



Recommandations
pour la culture des

FLEURS

et des

PLANTES D'ORNEMENT EN SERRE

P u b l i c a t i o n 3 7 0 F



Jeter les éditions périmées de la présente publication.

Chaque année, le sous-comité concerné du Comité de la recherche et des services en matière de lutte contre les ennemis des cultures de l'Ontario revoit les pesticides énumérés dans cette publication. À la connaissance du Comité, au moment de l'impression, tous ces pesticides avaient été :

- homologués par le gouvernement fédéral;
- classés par le ministère de l'Environnement de l'Ontario en juin 2006.

L'information fournie dans cette publication est d'ordre général seulement. En publiant ces recommandations, le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario n'offre aucune garantie et n'assume aucune responsabilité en cas de pertes de produits végétaux ou animaux, d'inconvénients pour la santé, de préjudices causés au milieu naturel ou aux personnes par suite de l'utilisation d'un pesticide mentionné dans cette publication.

Un certain nombre de marques sont mentionnées dans la publication pour en faciliter la consultation; cela ne veut pas dire que le ministère cautionne ces produits ni que des produits similaires vendus sous d'autres marques sont inefficaces.

Étiquette pesticide

Se référer aux renseignements portés par l'étiquette d'un produit avant de l'utiliser. Il faut se référer à l'étiquette du produit pour savoir comment l'utiliser en toute sécurité, et connaître notamment les dangers qu'il comporte, les restrictions d'utilisation, sa compatibilité avec d'autres substances et ses effets selon les conditions du milieu.

Le mode d'emploi figurant sur l'emballage a force de loi. Utiliser un produit de toute autre façon constitue un délit.

Homologation fédérale des pesticides

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada homologue les pesticides à la suite d'une évaluation des données scientifiques visant à vérifier la valeur et le bien-fondé de chaque produit; elle veille aussi à ce que les risques pour la santé humaine et le milieu liés à l'utilisation projetée du produit soient acceptables.

1. Homologation complète

L'homologation est généralement accordée pour une période de 5 ans, renouvelable par la suite.

2. Homologation temporaire

L'homologation temporaire est accordée pour tout au plus 1 an, à la condition que le requérant accepte de fournir des données techniques ou scientifiques durant cette période, ou que le pesticide soit utilisé pour une intervention d'urgence en cas d'infestation ou d'infection majeure.

Limites maximales de résidus

Santé Canada a fixé des limites maximales de résidus (LMR) de pesticides. Comme les transformateurs et les détaillants fixent parfois des normes plus sévères, les producteurs doivent se renseigner auprès de leurs clients sur les restrictions ou limitations qu'ils appliquent. On leur conseille de tenir un registre à jour et précis sur l'usage des pesticides dans chacune de leurs cultures.

Étiquette supplémentaire

Chaque utilisateur DOIT obtenir une étiquette supplémentaire et suivre toutes les indications qui s'y trouvent si l'ARLA autorise de nouvelles utilisations d'un pesticide homologué qui ne figurent pas sur l'étiquette initiale. Une étiquette supplémentaire est nécessaire, par exemple, dans chacun des cas suivants :

- **homologation temporaire pour une intervention d'urgence,**
- **homologation du produit pour un nouvel usage limité.**

On peut obtenir un exemplaire de l'étiquette supplémentaire auprès du fabricant ou du fournisseur, du regroupement de producteurs qui a parrainé l'homologation d'urgence ou l'usage restreint, du MAAARO ou du Service de renseignements de l'ARLA.

Pour plus d'information sur la situation d'un pesticide à l'égard de son homologation, consulter le site Web de l'ARLA à www.hc-sc.gc.ca/pmra-arla ou composer le 1-800-267-6315.

Réglementation des pesticides en Ontario

C'est le ministère de l'Environnement qui est chargé de réglementer la vente des pesticides, leur utilisation, leur transport, leur entreposage et leur élimination en Ontario. La province réglemente les pesticides en donnant l'éducation appropriée, et en fixant les exigences concernant la délivrance des licences et permis, conformément à la *Loi sur les pesticides* et le règlement 914.

De plus, il faut utiliser tous les produits pesticides conformément à la *Loi sur les pesticides* et au règlement 914, administrés par le MEO. Le texte de la loi et de son règlement d'application est affiché sur le site Web www.e-laws.gov.on.ca, on peut aussi en faire la demande auprès de Publications Ontario, au numéro sans frais 1-800-668-9938, ou au 416-326-5300.

Classification des pesticides

Le Comité consultatif sur les pesticides de l'Ontario (OPAC) est chargé de revoir tous les pesticides et de faire ses recommandations au MEO à l'égard de la classification de chaque produit dans l'une des six annexes qui permettent d'en contrôler la vente et l'utilisation. Après l'approbation par le ministère de l'Environnement, les produits sont affichés sur le site Web de l'OPAC à l'adresse www.opac.gov.on.ca. Pour de plus amples renseignements, communiquer avec le Comité consultatif au numéro 416-314-9230.

Permis et accréditation

Exigences visant les producteurs et leurs aides

Pour des détails sur la certification des producteurs et la formation de leurs aides, consulter le site Web du Programme ontarien de formation en matière de pesticides à www.ridgetownc.uoguelph.ca/oep/ ou composer le 1-800-652-8573.

Exigences visant les entrepreneurs et leurs aides

Pour plus d'information sur la certification des exterminateurs, la délivrance de licences, et la formation des techniciens, consulter le site Web de Formation et accréditation des destructeurs de parasites à www.ridgetownc.uoguelph.ca/optc ou composer le 1-888-620-9999.

This publication is also available in English.

Recommandations
pour la culture des

FLEURS

et des

PLANTES D'ORNEMENT EN SERRE

P u b l i c a t i o n 3 7 0 F

LIBRARY
TORONTO

MAY 31

**Renseignez-vous sur la
Loi sur la gestion des éléments nutritifs (Ontario)
et les autres textes législatifs**

La *Loi sur la gestion des éléments nutritifs* (LGEN) de l'Ontario et le Règlement 267/03, tels qu'ils ont été modifiés, régissent le stockage, la manutention et l'épandage des matières nutritives sur des terres agricoles. L'objectif est de protéger les ressources en eaux de surface et souterraines de l'Ontario.

Veuillez consulter le Règlement et ses protocoles pour connaître les modalités précises d'application de la LGEN. Les conseils contenus dans la présente publication sont d'ordre pratique seulement. Pour toute question concernant vos obligations juridiques, adressez-vous à un avocat.

Pour de plus amples renseignements sur la LGEN, vous pouvez appeler la Ligne d'information sur la gestion des éléments nutritifs au 1-866-242-4460, envoyer un courriel à nman@omafra.gov.on.ca ou visiter le site www.omafra.gov.on.ca.

Les publications et fiches techniques sont constamment mises à jour; assurez-vous d'avoir en main la version la plus récente.

Avez-vous besoin d'information technique ou commerciale?

**Communiquez avec le Centre d'information du MAAARO :
1-877-424-1300 ou ag.info@omafra.gov.on.ca**

**Cherchez-vous sur Internet des recommandations sur la
floriculture de serre?**

Visitez le site www.omafra.gov.on.ca

Un guichet unique pour obtenir des fiches techniques, des articles et des photos sur la culture et la gestion en Ontario des fleurs et des plantes d'ornement en serre.

Remerciements

Les recommandations de la présente publication ont été préparées en consultation avec :

- le Comité ontarien de la recherche et des services en matière de lutte contre les ennemis des cultures,
- le Comité ontarien de la recherche et des services en horticulture,
- le Comité ontarien de la recherche et des services en gestion des sols,
- le Comité ontarien de lutte contre les mauvaises herbes;

et le personnel :

- de Phytotechnie, MAAARO,
- de l'Université de Guelph,
- du ministère de l'Environnement de l'Ontario,
- de Crop Life Canada.

Table des matières

1. Emploi sécuritaire des pesticides	1
Réglementation des pesticides	1
Classement des pesticides en Ontario	1
Exigences en matière de formation et de certification	1
Certification des agriculteurs de l'Ontario	1
Formation des aides agricoles utilisant des pesticides	
inscrits aux annexes 2 ou 5	2
Certification et licences exigées des entrepreneurs	
en destruction de parasites	2
Formation des techniciens qui assistent les entrepreneurs	
en destruction de parasites	2
Fumigants	2
Précautions générales	3
Se protéger soi-même quand on utilise des pesticides	3
Protection des personnes, du bétail, des animaux de compagnie, de l'eau et des cultures sensibles	3
Santé humaine	4
Dangers liés à l'utilisation des pesticides	4
Mesure du taux de cholinestérase dans le sang	4
Premiers soins	5
Lire et respecter l'information portée par l'étiquette	6
Connaître la signification des termes et symboles de danger	6
Délai de non-retour dans la zone traitée	6
Nombre total d'applications	6
Zones tampons	6
Vêtements et équipement de protection	7
Choisir et porter la tenue et les accessoires de protection appropriés	7
Travail dans des espaces clos	8
Masque anti-gaz à cartouche	8
Appareil de protection respiratoire autonome	8
Autres vêtements de protection	8
Conditions de travail	8
Fournisseurs d'équipement de protection personnelle	9
Entretien des vêtements et de l'équipement de protection	9
Respirateurs	9
Bottes et gants en caoutchouc, vinyle ou plastique	10
Lavage des vêtements portés pendant la pulvérisation	10
Hygiène corporelle	11
Protéger l'environnement	11
Protéger les sources d'eau	11
Réduire et maîtriser la dérive des embruns	11
Protéger les abeilles	12
Élimination des pesticides et des contenants vides	12
Triple rinçage ou rinçage sous pression des contenants de pesticides vides	12
Triple rinçage	13
Dispositifs de rinçage	13
Comment éliminer les contenants vides rincés trois fois	13
Contenants en métal, en plastique ou en verre	13
Recyclage	13
Contenants en papier et en carton	13
Quantités non employées	14
Quantité excédentaire de bouillie dans le pulvérisateur	14
Sachets solubles	14
Plonger les sachets dans la cuve	14
Entreposage des pesticides	15
Déversements de pesticides	15

2. Eau, substrat et fertilisation	17
Introduction	17
Eau	17
Absorption	17
Quantité	17
Permis de prélèvement d'eau	18
Gestion de l'utilisation de l'eau	18
Qualité	18
Conductivité électrique (CÉ)	19
Pourquoi mesurer la CÉ?	19
Comment mesurer la CÉ d'un substrat	20
Interprétation des lectures de la CÉ	20
Le pH et son rôle	21
Alcalinité	21
Comment mesurer le pH	21
Pourquoi mesurer le pH?	21
Correction du pH	22
Eau d'irrigation	22
Substrats	23
Sol	23
Substrats artificiels (culture hors-sol)	23
Pourquoi utiliser des substrats artificiels?	24
Rôles d'un bon substrat	24
Ingrédients courants	24
Mousse de sphagnum	24
Vermiculite	25
Perlite	25
Fibre de coco	25
Laine de roche	25
Copeaux de polystyrène	25
Turface®	25
Haydite®	26
Gro-Bark®	26
Grow-Rich®	26
Turricules	26
Sable	26
Caractéristiques physiques d'un substrat artificiel	26
Préparation d'un substrat artificiel	27
Caractéristiques chimiques d'un substrat artificiel	27
Mélanges prêts à l'emploi	28
Composts	28
Problèmes courants posés par les substrats artificiels	28
Rôle des éléments nutritifs dans la croissance des plantes	28
Absorption et diffusion des éléments nutritifs	29
Macro-éléments	29
Oligo-éléments	30
Analyse des éléments nutritifs	30
Eau	30
Substrats artificiels	32
Échantillonnage du substrat	32
Analyse foliaire	32
Symptômes de carence nutritive	35
Interactions entre les éléments nutritifs	35
Comment diagnostiquer un déséquilibre nutritionnel	35
Azote	36
Carence	36
Excès d'ammonium	36
Excès de nitrates	36
Phosphore	36
Carence	36
Excès	36

Potassium	36
Carence	36
Excès	36
Magnésium	36
Carence	36
Excès	36
Soufre	36
Carence	36
Excès	36
Calcium	36
Carence	36
Excès	37
Bore	37
Carence	37
Excès	37
Cuivre	37
Carence	37
Excès	37
Fer	37
Carence	37
Excès	37
Manganèse	37
Carence	37
Excès	37
Molybdène	37
Carence	37
Excès	37
Zinc	38
Carence	38
Excès	38
3. Lutte intégrée	39
Résistance	39
Atteintes à l'environnement	39
Dangers pour la santé et la sécurité	39
Biosécurité	39
Dépistage	39
Lutte culturale	40
Hygiène	40
Gestion des paramètres d'ambiance	41
Cultivars résistants	41
Méthodes de pasteurisation des sols et des substrats	41
Vapeur	41
Rapport durée-température pour détruire les organismes indésirables	42
Vapeur aérée	42
Pasteurisateurs électriques	42
Fumigants chimiques	42
Remarques sur le bromure de méthyle	43
Méthodes de lutte contre les mauvaises herbes	43
Vapeur	43
Fumigation du sol	43
Herbicides	43
Lutte physique	44
Moustiquaires et filets anti-insectes	44
Autres mesures de lutte physique	45
Lutte biologique	45
Lutte chimique	47
Résistance	47
Efficacité des traitements phytosanitaires	49
Eau destinée aux traitements phytosanitaires	49
Compatibilité des pesticides	50
Méthodes d'application des pesticides	50
Pulvérisation	50
Arrosage abondant du sol	50
Brumisation	51
Épandage de granulés	51
Application de fumées insecticides	51
Pulvérisation à ultra-bas volume	51
Pulvérisateurs électrostatiques	51
Traitements des semences	51
Agents mouillants	51

4. Principaux insectes et acariens nuisibles	53
Organismes de quarantaine	53
Thrips	53
Description et cycle biologique	53
Dommages	53
Stratégies de lutte	54
Lutte biologique	54
Lutte chimique	55
Aleurodes	55
Description et cycle biologique	55
Espèces d'aleurodes	56
Dommages	56
Stratégies de lutte	56
Lutte biologique	57
Lutte physique	58
Lutte chimique	58
Tétranyque à deux points	59
Description et cycle biologique	59
Dommages	59
Stratégies de lutte	59
Lutte biologique	60
Lutte culturale	60
Lutte chimique	60
Pucerons	60
Description et cycle biologique	60
Dommages	61
Stratégies de lutte	61
Lutte biologique	61
Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	62
Description et cycle biologique	62
Dommages	63
Stratégies de lutte	63
Lutte biologique	63
Lutte chimique	64
Mineuses	64
Description et cycle biologique	64
Dommages	65
Stratégies de lutte	65
Lutte biologique	65
Lutte chimique	66
5. Ravageurs occasionnels	67
Acariens	67
Phytopte des tomates	67
Tarsonème du fraisier et tarsonème trapu	67
Cécidomyies (moucheron à galles)	67
Chenilles et papillons	68
Chrysomèle rayée du concombre	68
Cloportes	69
Cochenilles	69
Cochenille des fougères	69
Cochenille des Hespérides	69
Cochenille hémisphérique	70
Cochenille ronde du lierre et kermès rapace	70
Cochenilles farineuses	70
Coléoptères	70
Collemboles	71
Escargots et limaces	71
Fourmis	71
Mineuse de la tomate	71
Nématodes parasites des racines	72
Nématode à stylet, <i>Paratylenchus projectus</i> (Jenkins)	72
Nématode cécidogène du Nord, <i>Meloidogyne hapla</i> (Chitwood)	72
Nématode cécidogène du Sud, <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid et White)	73
Nématode « dague », <i>Xiphinema diversicaudatum</i> (Micoletzky)	73
Nématode des feuilles du chrysanthème, <i>Aphelenchoides ritzemabosi</i> (Shwartz)	73
Nématode des feuilles du fraisier, <i>Aphelenchoides fragariae</i> (Ritzema Bos)	73

Nématode des racines, <i>Pratylenchus penetrans</i> (Cobb)	73	<i>Fusarium</i> spp.	96
Nématodes parasites des feuilles	74	Moyens de lutte	96
Punaises ternes	74	<i>Thielaviopsis basicola</i>	97
Ravageurs vertébrés	74	Moyens de lutte	97
Sauterelles	74	<i>Sclerotinia</i>	97
Symphyles	74	Moyens de lutte	97
6. Lutte intégrée contre les maladies	75	Rouilles	98
Concept du « triangle » de la maladie	75	Moyens de lutte	98
Six grands principes de lutte contre les maladies	76	Maladies bactériennes (bactérioses)	99
Exclusion	76	Moyens de lutte	99
Précautions	76	<i>Erwinia carotovora</i>	99
Résistance	76	<i>Erwinia chrysanthemum</i>	100
Protection ou prévention	76	<i>Ralstonia solanacearum</i>	100
Éradication	76	<i>Xanthomonas campestris</i> pv.	100
Traitements curatifs	76	Maladies virales (viroses)	101
Stratégies fondamentales de la lutte intégrée		Moyens de lutte	101
contre les maladies	76	Virus de la maladie bronzée de la tomate et virus	
Reconnaissance des symptômes	76	de la tache nécrotique de l'impatiante	101
Dépistage	77	Moyens de lutte	101
Réglage des paramètres d'ambiance	77	8. Activité et toxicité des pesticides	103
Modification des pratiques culturales	78	Dégâts aux cultures florales (phytotoxicité)	106
Hygiène et élimination des plantes malades	78	Dangers possibles	106
Biosécurité	79	Agribrom	107
Désinfectants	79	Bois traité sous pression	107
Méthodes de pasteurisation des sols et des substrats	80	9. Emploi de régulateurs de croissance	109
Vapeur	80	Techniques culturales	109
Rapport durée-température pour détruire		Techniques chimiques	109
les organismes indésirables	81	Facteurs à considérer	109
Vapeur aérée	81	Vigueur de la plante	109
Pasteuriseurs électriques	81	Réaction spécifique du cultivar	110
Fumigants chimiques	81	Milieu ambiant	110
Remarques sur le bromure de méthyle	82	Stade phénologique	110
Lutte contre les mauvaises herbes	82	Dosage et uniformité du traitement	110
Vapeur	82	Modes d'application	110
Fumigation du sol	82	Arrosage abondant du terreau ou du substrat	110
Herbicides	82	Pulvérisation	111
Matériel exempt d'organismes pathogènes	83	Nombre d'applications	111
Lutte contre les vecteurs	83	Comment estimer la taille définitive du plant	112
Résistance des plantes-hôtes	83	Modes de préparation des bouillies et des régulateurs de	
Lutte chimique	83	croissance des plantes	112
Arrosage abondant du sol	84	Recommandations concernant l'emploi des régulateurs de	
Lutte biologique	84	croissance sur les cultures florales	112
Conditions de réussite	85	10. Lutte contre les maladies et les	
7. Principales maladies des plantes de serre	87	ravageurs dans les serres	117
Organismes de quarantaine	87	11. Phytoprotection des espèces herbacées	
Maladies cryptogamiques (mycoses)	87	d'ornement cultivées à l'extérieur	155
<i>Botrytis</i> (moississure grise)	87	Lutte intégrée (LI) dans les cultures extérieures de plantes	
Moyens de lutte	88	d'ornement (fleurs coupées de pleine terre, plantes	
Taches foliaires, taches florales et brûlures d'origine		vivaces et plantes en pot)	155
cryptogamique	88	Lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les	
Moyens de lutte	89	cultures florales d'extérieur	157
Maladies du blanc	89	12. Annexes	161
Moyens de lutte	90	A. Conseillers en floriculture du ministère de l'Agriculture,	
Mildious	90	de l'Alimentation et des Affaires rurales de	
Moyens de lutte	91	l'Ontario (MAAARO)	161
Flétrissures infectieuses	91	B. Bureaux de contrôle des pesticides — Ministère de	
Moyens de lutte	92	l'Environnement de l'Ontario	161
Fonte des semis	92	C. Laboratoires de l'Ontario accrédités pour les analyses	
Moyens de lutte	93	de sol et capables d'effectuer des analyses de tissus	162
Pourritures du collet et des racines	93	D. Autres ressources	162
Moyens de lutte	93	E. Service de diagnostic	163
<i>Pythium</i> spp.	94	F. Système métrique	166
Moyens de lutte	94		
<i>Rhizoctonia</i>	95		
Moyens de lutte	95		
<i>Phytophthora</i> spp.	95		
Moyens de lutte	95		
Encre des chênes rouges (<i>Phytophthora ramorum</i>)	96		

Liste des figures et tableaux

1. Emploi sécuritaire des pesticides

TABEAU 1-1.	Délais de non-retour dans les zones traitées pour les pesticides homologués en serriculture.....	7
TABEAU 1-2.	Fournisseurs de vêtements et d'équipement de protection personnelle en Ontario.....	10
TABEAU 1-3.	Toxicité relative des insecticides pour les abeilles domestiques.....	12
TABEAU 1-4.	Exigences visant les installations d'entreposage aux termes de la <i>Loi sur les pesticides</i>	15

2. Eau, substrat et fertilisation

TABEAU 2-1.	Classement de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (CÉ) et de certaines concentrations	19
TABEAU 2-2.	Niveaux relatifs de CÉ nécessaires aux cultures de serre en croissance active déterminés à partir de l'eau de percolation et de l'extrait saturé.....	21
TABEAU 2-3.	Fourchettes de pH optimales pour différentes cultures	22
TABEAU 2-4.	Volume d'acide nécessaire pour neutraliser 61 ppm de HCO_3^- (1 mmol/L) par 100 000 L d'eau	22
TABEAU 2-5.	Correction du pH du sol	23
TABEAU 2-6.	Exemple d'un substrat artificiel avec amendements	27
TABEAU 2-7.	Macro-éléments et oligo-éléments dans les végétaux	29
TABEAU 2-8.	Concentrations maximales souhaitables de certains ions dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation des substrats artificiels (laine de roche, oasis, mousse de sphagnum ou fibre de coco) dans une serre.....	31
TABEAU 2-9.	Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus	33
TABEAU 2-10.	Quelques interactions courantes entre les éléments nutritifs.....	35
FIGURE 2-1.	Clé de diagnostic des troubles nutritionnels chez les plantes de serre	38

3. Lutte intégrée

TABEAU 3-1.	Fumigants chimiques pour traitement du sol	43
TABEAU 3-2.	Auxiliaires de lutte contre les principaux ravageurs des cultures abritées	46
TABEAU 3-3.	Effets signalés des fongicides homologués sur les auxiliaires de lutte biologique	47
TABEAU 3-4.	Effets signalés des insecticides/acaricides sur les auxiliaires de lutte biologique	48

4. Principaux insectes et acariens nuisibles

FIGURE 4-1.	Thrips des petits fruits.....	54
FIGURE 4-2.	Aleurode des serres.....	56
FIGURE 4-3.	Aleurode de la patate douce.....	56
FIGURE 4-4.	Tétranyque à deux points.....	59
FIGURE 4-5.	Puceron vert du pêcher	61
FIGURE 4-6.	Sciaride	63
FIGURE 4-7.	Mouche des rivages.....	63
FIGURE 4-8.	Mineuse.....	65

6. Lutte intégrée contre les maladies

TABEAU 6-1.	Fumigants chimiques pour traitement du sol	82
-------------	--	----

7. Principales maladies des plantes de serre

FIGURE 7-1.	Cycle biologique de <i>Botrytis</i>	88
FIGURE 7-2.	Cycle biologique de la tache foliaire.....	89
FIGURE 7-3.	Cycle biologique du blanc.....	90
FIGURE 7-4.	Cycle biologique du mildiou.....	91
FIGURE 7-5.	Cycle biologique de la fonte des semis et de la pourriture des semences	93
FIGURE 7-6.	Cycle biologique de <i>Pythium</i>	94
FIGURE 7-7.	Cycle biologique de <i>Rhizoctonia</i>	95
FIGURE 7-8.	Cycle biologique de <i>Sclerotinia</i>	97

8. Activité et toxicité des pesticides

TABEAU 8-1.	Activité fongicide contre les maladies des cultures florales	103
TABEAU 8-2.	Classement et toxicité des insecticides et des acaricides	104
TABEAU 8-3.	Classement et toxicité des fongicides	105
TABEAU 8-4.	Classement et toxicité des régulateurs de croissance	106

9. Emploi de régulateurs de croissance

TABEAU 9-1.	Données repères pour la dilution des régulateurs de croissance	111
TABEAU 9-2.	Volume de bouillie recommandé	111
TABEAU 9-3.	Liste des régulateurs de croissance homologués par culture	112
TABEAU 9-4.	Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes	113

10. Lutte contre les maladies et les ravageurs dans les serres

TABEAU 10-1.	Pesticides recommandés — par ordre alphabétique de leur nom commercial	117
TABEAU 10-2.	Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures.....	119

11. Phytoprotection des espèces herbacées d'ornement cultivées à l'extérieur

TABEAU 11-1.	Insecticides/acaricides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada	155
TABEAU 11-2.	Fongicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada.....	156
TABEAU 11-3.	Autres pesticides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada	157
TABEAU 11-4.	Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada	160

1. Emploi sécuritaire des pesticides

Réglementation des pesticides

Il est obligatoire de signaler tout déversement, incendie ou vol important de pesticide au ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) au 1-800-268-6060 (Règlement 914, art. 29).

Classement des pesticides en Ontario

Le MEO étudie chaque formulation pesticide dont la mise en marché est proposée en Ontario et la classe dans l'un des six tableaux ou « annexes » de la *Loi sur les pesticides*.

Ann.	Qui peut les utiliser	Caractéristiques des pesticides*
1	<ul style="list-style-type: none">exterminateur sous licenceproducteur accrédité, pourvu qu'il détienne un permis approuvé, sauf s'il bénéficie d'une exemption	<ul style="list-style-type: none">toxicité très élevée et/outrès grande rémanence et/outrès grande mobilité
5	<ul style="list-style-type: none">exterminateur sous licenceproducteur accréditéaide agricole travaillant sous supervision	<ul style="list-style-type: none">toxicité très élevée et/outrès grande rémanence et/outrès grande mobilitéproduit ne pouvant être remplacé par un autre produit moins toxique ou moins rémanent
2	<ul style="list-style-type: none">exterminateur sous licenceproducteur accréditéapprenti ou technicien travaillant sous supervision (des restrictions s'appliquent)aide agricole travaillant sous supervision	<ul style="list-style-type: none">toxicité élevée et/ourémanence élevée et/oumobilité moyenne
3	<ul style="list-style-type: none">aucune restriction	<ul style="list-style-type: none">toxicité moyenne et/ourémanence moyenne et/oufaible mobilité
4	<ul style="list-style-type: none">aucune restriction	<ul style="list-style-type: none">faible toxicitéabsence de rémanenceabsence de mobilitécontenants < 1 kg ou < 1 L
6	<ul style="list-style-type: none">aucune restriction	<ul style="list-style-type: none">faible toxicitéabsence de rémanenceabsence de mobilitécontenants > 1 kg ou > 1 L

* Les appréciations de la rémanence biologique et de la mobilité dans l'environnement sont celles auxquelles on peut s'attendre dans les conditions d'utilisation normale en Ontario.

Exigences en matière de formation et de certification

Seuls les producteurs agricoles qui ont obtenu le certificat nécessaire, les entrepreneurs en destruction de parasites (exterminateurs) qui sont titulaires de la licence réglementaire, ou les personnes qui détiennent un certificat pour acheter et utiliser des pesticides sont autorisés à acheter et à utiliser des pesticides inscrits aux annexes 1, 2 ou 5. L'utilisation des pesticides inscrits aux annexes 2 et 5 est également permise aux aides agricoles à condition qu'ils aient été dûment formés et qu'ils soient supervisés.

Certification des agriculteurs de l'Ontario

Le règlement 914 de la *Loi sur les pesticides* oblige les agriculteurs à être accrédités avant de pouvoir acheter et utiliser sur leur ferme un produit inscrit à l'annexe 1, 2 ou 5. Pour obtenir le certificat, les agriculteurs doivent respecter les trois conditions suivantes :

- être âgé d'au moins 16 ans;
- suivre le Cours d'utilisation sécuritaire des pesticides par l'agriculteur et réussir l'examen; et
- s'identifier à l'une des deux déclarations suivantes et signer celle qui s'applique sur le formulaire d'inscription au cours mentionné ci-dessus :

– « Je suis un producteur (agriculteur) ou un travailleur agricole. J'utilise actuellement un bien-fonds qui appartient à la catégorie des terres agricoles aux termes de la *Loi sur l'évaluation foncière* (Ontario) aux fins de production agricole ou forestière. »

ou

– « J'utilise un bien-fonds qui n'appartient pas à la catégorie des terres agricoles aux termes de la *Loi sur l'évaluation foncière* (Ontario), mais je suis engagé dans des activités d'épandage de pesticides à des fins de production agricole ou forestière. La production agricole ou forestière visée est destinée à être commercialisée et non réservée à ma consommation personnelle et à celle de mon ménage. Cette

production agricole ou forestière ne constitue pas un passe-temps ni une activité récréative. »

Formation des aides agricoles utilisant des pesticides inscrits aux annexes 2 ou 5

Tous les aides agricoles doivent suivre une formation structurée sur l'utilisation sécuritaire des pesticides, sanctionnée par le MEO, avant de pouvoir manipuler ou utiliser, sous la supervision d'un producteur titulaire d'un certificat, des pesticides inscrits aux annexes 2 ou 5.

La formation est exigée pour tous les aides, membres de la famille, employés permanents, saisonniers ou occasionnels.

À l'issue de la formation, les aides n'ont pas à se présenter à un examen.

Ils doivent avoir au moins 16 ans.

Les aides ont le choix de deux types de formation. Ils peuvent :

- suivre le Cours d'utilisation sécuritaire des pesticides sans avoir à se présenter à l'examen; ou
- suivre une séance de formation à la ferme donnée par un moniteur qualifié.

Pour obtenir plus d'information et connaître les lieux et dates des Cours d'utilisation sécuritaire des pesticides par l'agriculteur, consulter le site Web du Programme ontarien de formation en matière de pesticides à www.ridgetownc.uoguelph.ca/o pep.

Pour s'inscrire au Cours d'utilisation sécuritaire des pesticides, où que l'on habite en Ontario, ou pour se renseigner sur la formation des aides agricoles :

- Numéro sans frais : 1-800-652-8573
- Télécopieur : 519-674-1589
- Courriel : opep@ridgetownc.uoguelph.ca

Certification et licences exigées des entrepreneurs en destruction de parasites

Pour connaître les derniers changements en matière de formation exigée en vertu du règlement 914 de la *Loi sur les pesticides*, consulter le site Web du MEO à www.ene.gov.on.ca ou appeler le 1-888-565-4923.

La licence de destructeur de parasites (exterminateur) est obligatoire pour toute personne qui effectue des traitements pesticides à titre lucratif. Cette exigence s'applique aussi à l'agriculteur qui pulvérise des pesticides sur des

terres autres que les siennes contre rémunération. En plus de la licence de destructeur de parasites, les entrepreneurs doivent avoir une licence d'opérateur. Les licences de destructeur de parasites sont valables cinq ans.

Voici comment obtenir une licence de destructeur de parasites :

- suivre un cours de formation à distance et réussir à l'examen administré par le Collège de Ridgetown, Université de Guelph;
- soumettre la demande de licence au MEO en joignant la lettre attestant la réussite à l'examen, avec le règlement des frais exigés.

Formation des techniciens qui assistent les entrepreneurs en destruction de parasites

Les assistants des entrepreneurs en destruction de parasites qui sont titulaires de la licence réglementaire doivent obtenir une carte de technicien pour être autorisés à effectuer des opérations de mélange, remplissage et application impliquant des pesticides inscrits aux annexes 3, 4 et 6 et la plupart des pesticides inscrits à l'annexe 2 (avec certaines restrictions), sous la supervision indirecte d'un destructeur de parasites en règle. Les techniciens ne peuvent mélanger, charger ni appliquer des produits des annexes 1 et 5. Les cartes de techniciens sont valables deux ans.

Pour obtenir la carte de technicien :

- suivre le cours sanctionné par le MEO, puis réussir l'examen; et
- faire un stage auprès d'un destructeur de parasites titulaire d'une licence.

Pour plus d'information sur les exigences applicables aux destructeurs de parasites et sur la formation des techniciens, communiquer avec le service Formation et certification en matière de pesticides en Ontario :

- Numéro sans frais : 1-888-620-9999
- Télécopieur : 519-674-1585
- Site Web : www.ridgetownc.uoguelph.ca/optc

Fumigants

Le producteur qui désire utiliser du bromure de méthyle additionné de chloropicrine ou de phosphure d'aluminium pour fumiger des serres, des caves, des entrepôts et des structures de stockage de grain doit au préalable obtenir le permis exigé par la *Loi sur les pesticides*. Pour

obtenir ce permis, on doit s'adresser à un agent des pesticides au bureau régional du MEO.

Précautions générales

Toujours lire l'étiquette :

- avant d'acheter un pesticide;
- avant de commencer à utiliser un pesticide;
- avant d'entreposer ou d'éliminer un pesticide.

Toujours se renseigner sur les risques pour la santé et les propriétés toxiques du pesticide qu'on emploie en consultant l'étiquette du produit, la fiche signalétique santé-sécurité (FSSS) du produit, ou en appelant le fabricant. Voir les FSSS sur les sites Web des fabricants.

Se protéger soi-même quand on utilise des pesticides

Mettre quelqu'un au courant du lieu où va se dérouler le traitement, des pesticides qui vont être manipulés et du temps que devrait prendre le travail.

Afficher près de tous les téléphones les numéros d'urgence, notamment ceux du Centre antipoisons et du Centre d'intervention en cas de déversement.

Garder une liste des noms et des numéros d'homologation attribués en vertu de la Loi sur les produits antiparasitaires de tous les pesticides que l'on manipule. Il est conseillé de garder dans un dossier les notices d'emploi de tous les produits que l'on utilise. S'assurer que les collègues et membres de la famille savent où ce dossier se trouve en cas d'accident.

Avoir en permanence à portée de la main une bonne provision d'eau claire, du savon, de l'essuie-tout, une paire de gants et une combinaison de protection de rechange pour le cas où le pesticide se répandrait sur la peau ou les vêtements.

Porter les vêtements et l'équipement de protection appropriés et s'assurer qu'ils sont propres et en bon état avant de les enfiler.

Ne jamais fumer, chiquer du tabac, boire ni manger quand on manipule des pesticides. Ne jamais transporter sur soi du tabac ni des aliments, et ne jamais laisser du

tabac, des aliments ou des boissons dans les lieux où l'on manipule ou entrepose des pesticides.

Se changer et se laver les mains et le visage avant de manger, de boire ou de fumer.

Se laver les mains avant d'aller aux toilettes et non seulement après. La peau dans la région du bas ventre absorbe très facilement les pesticides.

Avant une fumigation :

- Faire sortir le bétail et la volaille qui se trouvent dans le bâtiment à traiter.
- Par mesure de sécurité, une autre personne portant une tenue de protection devrait être présente pendant toute la durée de la fumigation.

Utilisation de semence traitée :

- Les substances servant à enrober ou à traiter les semences sont toxiques pour les humains et les animaux.
- Ne pas respirer les vapeurs ou la poussière qui se dégagent pendant le traitement ou la manipulation des semences traitées.
- Porter des gants en néoprène ou en nitrile.
- Se laver méticuleusement après avoir traité des semences pour éliminer toute trace de produit sur la peau. Les semences traitées sont toxiques.
- Ne jamais servir aux animaux des semences inutilisées.
- Détruire tous les sacs qui ont contenu des semences traitées en appliquant les méthodes recommandées sous la rubrique *Élimination des pesticides et des contenants vides*, p. 12.

Protection des personnes, du bétail, des animaux de compagnie, de l'eau et des cultures sensibles

N'acheter et n'entreposer que la quantité nécessaire.

Empêcher la dérive de pesticide.

Placer les pesticides à l'abri de l'eau.

Nettoyer les déversements sans délai et selon les règles de sécurité.

Éliminer les contenants et les restants de pesticides selon les règles de sécurité.

Santé humaine

Dangers liés à l'utilisation des pesticides

Chaque fois qu'on manipule un pesticide, on s'expose à certains dangers. L'importance de ces dangers dépend de deux facteurs : la toxicité du pesticide et le degré d'exposition.

$$\text{Danger} = \text{Toxicité} \times \text{Exposition}$$

La **toxicité** indique dans quelle mesure le produit est dangereux ou toxique (pour plus de détails sur la toxicité des pesticides, se reporter au chapitre 8, *Activité et toxicité des pesticides*). Il y a deux types de toxicité :

- **Toxicité aiguë** — Intoxication résultant d'une seule exposition au produit. Les symboles et mots-indicateurs sur l'espace principal de l'étiquette indiquent le degré de toxicité aiguë du produit.
 - **Dose létale 50 % (DL₅₀)** — Sert à mesurer le degré de toxicité aiguë. Il s'agit de la dose (en mg de produit/kg de poids corporel) qui tue 50 % des animaux de laboratoire au bout d'un délai donné (allant de 24 heures à 7 jours). Plus la dose létale (DL₅₀) est basse, plus le produit est toxique.
Exemples de produits à toxicité aiguë élevée parmi les pesticides mentionnés dans la présente publication :

Nom usuel (matière active)	Nom commercial
dichlorvos	DDVP
endosulfan	Endosulfan, Thiodan, Thionex
nicotine	Nicotine fumigène
pyrimicarbe	Piriss

- **Toxicité chronique** — Intoxication qui résulte d'une exposition répétée à de petites doses d'un pesticide sur une longue période. La toxicité chronique peut ne se manifester qu'après des mois, voire des années, d'exposition au produit. Les symboles qui figurent sur l'étiquette ne donnent aucune information sur la toxicité chronique du produit. Le port de vêtements et d'équipement de protection personnelle contribue à réduire l'exposition et les risques d'intoxication chronique.

L'**exposition** désigne la façon dont l'organisme entre en contact avec un produit. Les pesticides peuvent pénétrer dans l'organisme par trois voies :

- **Voie cutanée**, c'est-à-dire par la peau ou les yeux. La quantité de pesticide absorbée et la vitesse d'absorption dépendent de plusieurs facteurs, notamment :
 - l'état de la peau. Si la peau est humide ou si elle est irritée ou égratignée, le produit sera absorbé plus facilement.
 - la partie du corps qui est en contact avec le pesticide. Les yeux, la région génitale, le cuir chevelu et les conduits auditifs absorbent plus rapidement les pesticides que les mains ou les bras. Les pesticides qui entrent dans les yeux sont absorbés à 100 %.
- **Voie respiratoire (inhalation)**, quand on inhale des particules, poussières, gaz ou vapeurs en suspension dans l'air.
- **Voie buccale**, quand le produit entre dans la bouche ou est ingéré.

Mesure du taux de cholinestérase dans le sang

Les organophosphorés et les carbamates peuvent perturber le système nerveux. Ces pesticides peuvent modifier la concentration de l'enzyme acétylcholinestérase dans le sérum et les globules rouges du sang. Notre corps utilise cette enzyme pour transmettre des messages par l'intermédiaire de notre système nerveux. La personne qui voit son taux de cholinestérase diminuer peut manifester différents symptômes dont tremblement, secousses musculaires, vision trouble, difficultés respiratoires et problèmes cardiaques.

Quiconque utilise régulièrement des organophosphorés et des carbamates a intérêt à faire mesurer son taux de cholinestérase périodiquement. Un médecin de famille peut faire faire ces tests, qui sont d'ailleurs couverts par l'Assurance-santé de l'Ontario. On doit absolument subir le premier test avant de commencer à manipuler ces produits. Ce premier test révèle notre taux normal de cholinestérase. On doit par la suite faire vérifier son taux de cholinestérase tous les 7-10 jours au cours de la saison de pulvérisation si l'on pulvérise des insecticides à base d'organophosphorés ou de carbamates de façon répétée sur plusieurs semaines. Un taux qui tombe à la moitié du taux initial est un indice d'empoisonnement. L'exposition doit alors absolument cesser jusqu'à ce que le taux de cholinestérase remonte au taux normal.

Nom usuel (matière active)	Nom commercial
acéphate	Orthene
bendiocarbe	Trumpet
dichlorvos	DDVP
malathion	Malathion
naled	Dibrom
pyrimicarbe	Piriss

Premiers soins

1. Toujours commencer par se protéger soi-même, afin de ne pas alourdir le bilan des victimes. Toujours enfiler des vêtements et l'équipement de protection avant d'entrer dans un lieu contaminé par un pesticide ou avant de porter secours à une personne contaminée.

2. Voir si la victime respire.

Si elle ne respire pas :

- La placer de façon à redresser ses voies respiratoires et vérifier si la respiration reprend.
- Si la victime ne recommence pas à respirer, lui administrer la respiration artificielle jusqu'à ce qu'elle recommence à respirer d'elle-même.
- Éviter de se contaminer soi-même surtout si la victime a des pesticides ou des vomissures sur le visage ou autour de la bouche. Utiliser un masque de respiration artificielle bouche-à-bouche avec valve anti-reflux. Ne pas respirer l'air expiré par la victime.
- Procéder à la réanimation cardio-respiratoire si le pouls de la victime disparaît, mais seulement si l'on a reçu la formation nécessaire.

Si la victime respire, mais demeure inconsciente :

- La placer en position de récupération (sur le côté, la tête légèrement tournée sur le côté). Si la victime vomit, essayer de lui dégager les voies respiratoires.

3. Cesser l'exposition au pesticide. Retirer la personne des lieux contaminés. Lui enlever tous ses vêtements contaminés. Laver à l'eau et au savon toute partie de peau qui a été en contact avec le produit.

4. Réunir les quatre données de base :

- **Identification du produit** — Chercher l'étiquette, le contenant ou une quantité inutilisée du produit.

- **Quantité** — Essayer de déterminer la quantité de produit à laquelle la victime a été exposée.
- **Voie de pénétration** — Comment le pesticide est-il entré dans l'organisme? Par la bouche, par la peau ou les yeux, ou par les poumons?
- **Durée de l'exposition** — Combien de temps s'est-il écoulé depuis que la victime a été exposée au produit et pendant combien de temps y a-t-elle été exposée? Les symptômes se sont-ils manifestés immédiatement ou l'empoisonnement est-il survenu après une plus longue période d'exposition?

Il n'y a pas une minute à perdre. Si l'on ne peut répondre rapidement à ces questions, se tenir prêt à fournir au personnel des services d'urgence le peu d'information qu'on aura pu réunir.

5. Appeler une ambulance ou le Centre antipoisons.

6. Commencer à administrer les premiers soins en fonction de la voie de pénétration.

7. S'assurer que le patient voit un médecin. Les premiers soins ne sauraient remplacer l'aide d'un professionnel de la santé.





Mesures d'urgence et premiers soins en cas d'empoisonnement par les pesticides (voir la troisième page de couverture)

Si des malaises surviennent pendant ou peu après la manipulation d'un pesticide, se rendre à l'hôpital. Apporter avec soi l'étiquette, la fiche signalétique ou le contenant du produit. Ne pas transporter le contenant dans l'habitacle du véhicule.




Lire et respecter l'information portée par l'étiquette

Connaître la signification des termes et symboles de danger

Les dangers potentiels liés aux pesticides sont signalés par quatre symboles et mots-indicateurs.

Symbole de danger	Mot-indicateur
	Poison
	Corrosif
	Inflammable
	Explosif

Le symbole de danger se trouve toujours à l'intérieur de l'une des figures illustrées ci-dessous. Ces figures et les mots-indicateurs qui les accompagnent renseignent sur l'importance du danger que présente le produit. Plus la figure comporte de côtés, plus le produit est dangereux.

	Symbole d'avertissement	Mot-indicateur
Triangle = produit peu dangereux (3 côtés)		Attention
Losange = produit moyennement dangereux (4 côtés)		Avertissement
Octogone = produit très dangereux (8 côtés)		Danger

Apprendre ces mots-indicateurs et ces symboles peut nous sauver la vie!

Voir si l'étiquette comporte des avertissements à propos des dangers pour les yeux ou la peau. L'espace principal de l'étiquette d'un pesticide peut aussi comporter des avertissements quant au danger que le produit représente pour les yeux ou indiquer s'il s'agit d'un irritant pour la peau ou les yeux.

Délai de non-retour dans la zone traitée

Le délai de non-retour dans la zone traitée correspond au temps minimal qui doit s'écouler entre le moment du traitement et celui où les travailleurs peuvent retourner dans la zone traitée sans équipement de protection personnelle. Les travailleurs s'exposent à des risques d'empoisonnement s'ils retournent dans les zones traitées trop tôt après la pulvérisation du pesticide. L'empoisonnement peut résulter de la manipulation des plants traités ou de l'inhalation des émanations de pesticides.

L'étiquette de certains pesticides porte une mise en garde concernant le retour dans les cultures traitées. Respecter les recommandations qui figurent sur l'étiquette. À défaut de telles recommandations, respecter les délais de non-retour indiqués dans le tableau 1-1, *Délais de non-retour dans les zones traitées pour les pesticides homologués en sericulture* (p. 7), c.-à-d. le délai minimal à respecter avant de retourner, sans tenue protectrice, dans une culture qui vient d'être traitée avec un produit homologué pour une utilisation dans les serres.

Nombre total d'applications

L'étiquette de certains produits fixe une limite au nombre d'applications qui peuvent être faites au cours d'une saison de croissance ou d'un cycle de culture. Ces limites ont pour but de prévenir l'accumulation de résidus de pesticides dans les aliments ou dans le sol, des dommages aux cultures ou l'apparition d'une résistance chez les parasites visés.

Zones tampons

Les zones tampons sont des zones qu'on s'abstient de traiter afin de protéger une zone adjacente, par exemple un étang, un cours d'eau, une culture sensible, une culture non visée, un marécage, un espace boisé, etc. Les producteurs qui cultivent des fleurs de plein champ doivent tenir compte des zones tampons.

TABLEAU 1-1. Délais de non-retour dans les zones traitées pour les pesticides homologués en serriculture

4 heures	12 heures	24 heures	48 heures	96 heures
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Streptomyces griseoviridis</i> (Mycostop) • bicarbonate de potassium (Milstop) • fenhexamide (Decree) • <i>Trichoderma harzianum</i> (RootShield) 	<ul style="list-style-type: none"> • pyridabène (Dyno-Mite) • bifénazate (Floramite) • cyromazine (Citation) • kinoprène (Enstar II) • pymétroline (Endeavor) • trifloxystrobine (Compass) • acétamipride (Tristar) • deltaméthrine (Decis) • iprodione (Rovral) • métalaxyl (Subdue Maxx) 	<ul style="list-style-type: none"> • bendiocarbe (Trumpet) • myclobutanil (Nova) 	<ul style="list-style-type: none"> • endosulfan (Endosulfan 400E, Thionex EC) 	<ul style="list-style-type: none"> • captane (Supra Captan 80 WDG, Maestro 75 DF)

Vêtements et équipement de protection

Choisir et porter la tenue et les accessoires de protection appropriés

S'assurer que la tenue et les accessoires :

- offrent la protection nécessaire pour le travail à faire;
- sont de la bonne taille;
- sont propres et en bon état.

Le choix des vêtements et accessoires de protection à porter pendant un travail donné dépend :

- **du pesticide utilisé** — lire la rubrique Précautions de l'étiquette pour savoir quoi porter;
- **du travail à faire** — p. ex., il faut se protéger davantage quand on manipule des pesticides concentrés ou quand on prépare le mélange ou qu'on remplit le pulvérisateur;
- **du type de traitement** — il faut se protéger plus rigoureusement quand on fait des traitements dans des lieux clos ou des pulvérisations avec un pulvérisateur à jet porté, et que le tracteur n'a pas de cabine.

Chaque personne qui utilise des pesticides doit avoir ses propres vêtements et accessoires de protection. Consulter le spécialiste technique du fournisseur d'équipement de protection personnelle pour s'assurer que l'équipement est adapté aux pesticides qu'on utilise et qu'il est de la bonne taille.

Quel que soit le pesticide, toujours porter :

- un chapeau n'absorbant pas l'eau, par exemple un casque de sécurité ou un chapeau de pluie imperméable
 - Dans certains cas, il faut que toute la région de la tête et du cou soit protégée, par exemple : pulvérisation de pesticides à l'intérieur d'une serre, pulvérisation de formulations pulvérulentes ou utilisation d'un pulvérisateur à jet porté. Dans ce genre de situations, porter une cagoule ou un chapeau qui protège les conduits auditifs. Ne pas porter de casquettes de baseball ou de chapeaux en tissu qui absorbent les pesticides et n'offrent donc pas de protection.
- un pantalon long et une chemise à manches longues ou une combinaison de protection
 - Les combinaisons sont à usage unique ou réutilisables. Celles qui sont réutilisables sont normalement faites dans un tissu serré de coton ou de polyester. Si l'on utilise des combinaisons à usage unique, s'assurer qu'elles protègent effectivement contre les pesticides qu'on projette d'utiliser.
 - Opter de préférence pour des combinaisons qui ne se laissent pas imprégner par l'eau; les pantalons en coton, en denim et en mélange coton/polyester collent à la peau quand ils sont mouillés, ce qui accroît le risque de contamination par voie cutanée.
- des gants de protection contre les agents chimiques (non doublés)

- Utiliser des gants en néoprène ou en nitrile (PVC), à moins que l'étiquette du pesticide ne préconise une autre sorte de gant. Ne pas porter de gants de caoutchouc car de nombreux pesticides peuvent dégrader ce matériau. Replier le haut des gants vers l'extérieur et tirer la manche par-dessus.
- des bottes résistantes aux produits chimiques (non doublées)
 - Passer les jambes de pantalon sur les bottes pour empêcher le pesticide de ruisseler à l'intérieur des bottes.

Lire l'étiquette. Elle précise quels vêtements et quels accessoires de protection supplémentaires il faut porter. Dans le cas de certains pesticides, il faut aussi porter :

- des lunettes de protection étanches
 - Utiliser des lunettes étanches pourvues d'orifices d'aération indirecte qui empêchent les éclaboussures d'entrer en contact avec les yeux. Les lunettes ordinaires n'assurent pas une protection complète. Ne jamais porter des lentilles cornéennes quand on travaille avec des pesticides.
- un écran facial
- un tablier résistant aux produits chimiques
- un respirateur
 - Un respirateur est un appareil qui couvre la bouche et le nez afin d'empêcher la pénétration dans les poumons des infimes gouttelettes, particules et vapeurs produites par la pulvérisation. Un masque antipoussière ne peut pas remplacer un respirateur conçu pour protéger contre les pesticides. Au moment de l'achat, s'assurer de choisir un respirateur, des cartouches ou des pré-filtres qui protègent contre les vapeurs organiques. Pour en savoir plus sur les respirateurs, consulter le manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides, élaboré par le Collège de Ridgeway, de l'Université de Guelph.

Pour les fumigants :

- Au moment de manipuler du bromure de méthyle, ne pas porter de gants car ces derniers emprisonnent le gaz près de l'épiderme. Porter un respirateur à cartouche pour vapeur organique couvrant tout le visage ou un appareil de protection respiratoire autonome à pression positive. L'étiquette de certains produits renfermant du bromure de méthyle précise que l'utilisateur

doit porter un appareil respiratoire autonome pendant toute la durée du traitement.

- Quand on travaille avec du phosphore d'aluminium, on doit porter des gants de coton ainsi qu'un respirateur à cartouche pour gaz acide couvrant tout le visage. Dans certains cas, l'étiquette précise que l'utilisateur doit porter un respirateur. Nota : Toujours s'en remettre à l'étiquette du produit pour connaître les exigences relatives à l'équipement de protection.

Travail dans des espaces clos

Masque anti-gaz à cartouche

Le masque anti-gaz à cartouche est efficace contre les émanations gazeuses ou poudreuses de certains produits dangereux. Ce type de masque convient généralement dans les lieux ventilés où la qualité de l'air n'est pas susceptible de changer rapidement. Il ne doit jamais être utilisé dans un espace clos où l'oxygène peut se raréfier et où des gaz dangereux peuvent s'accumuler.

Appareil de protection respiratoire autonome

Les appareils à filtre n'assurent pas une protection suffisante aux personnes qui travaillent dans des espaces clos où les concentrations de gaz sont anormalement élevées. L'oxygène peut s'y raréfier et l'atmosphère devenir mortelle. Dans les espaces clos, il est indispensable de porter un appareil de protection respiratoire autonome (par exemple, le Scott Air Pack) qui fournit de l'air.

L'emploi de substances qui dégagent du cyanure d'hydrogène, du bromure de méthyle, de la chloropicrine ou de la phosphine peut donner lieu à de fortes concentrations de gaz et à une raréfaction de l'oxygène; c'est le cas des fumigènes et des brumisateurs utilisant des pesticides très toxiques ainsi que de certaines pulvérisations volatiles.

Autres vêtements de protection

Porter tous les vêtements de protection qui sont recommandés sur l'étiquette.

Conditions de travail

Rappelons que l'étiquette est la source à consulter pour connaître les exigences en matière d'équipement de protection. L'information qui suit n'est donnée qu'à titre d'indication; toujours vérifier les exigences portées par l'étiquette.

Utiliser un masque **anti-gaz à cartouche** quand l'air ambiant contient des **concentrations faibles** de substances toxiques, **gaz, vapeurs ou poudres**, provenant d'une désinfection du sol par **arrosage** abondant, d'un épandage de **granulés**, d'un **poudrage** ou d'une pulvérisation foliaire. Les **pesticides appliqués** de cette manière ont en général une **toxicité faible ou modérée**.

Utiliser un **appareil de protection respiratoire autonome** (par exemple le Scott Air Pack) pour travailler avec des pesticides dont la **toxicité est très élevée**. Il peut se produire de fortes concentrations de substances toxiques, telles que **gaz, vapeurs ou matières nocives**, et une rarefaction de l'**oxygène**, particulièrement dans les espaces clos (par exemple, au moment de la fumigation du grain entreposé).

Dans tous les cas où l'on utilise des fumigants ou des fumées insecticides :

- pendant et après le traitement, fermer à clé le bâtiment qui a été traité et poser à l'extérieur des panneaux d'avertissement;
- suivre les directives du fabricant en ce qui concerne la ventilation, après traitement, des bâtiments, entrepôts, silos ou cellules de stockage de grain ou tout autre lieu, avant d'y laisser entrer qui que ce soit;
- s'adresser à un fournisseur de matériel de sécurité afin de connaître ses recommandations.

Fournisseurs d'équipement de protection personnelle

S'adresser à un fournisseur d'équipement de protection personnelle pour se faire aider dans le choix des vêtements et de l'équipement de protection appropriés. Voir le tableau 1-2, *Fournisseurs de vêtements et d'équipement de protection personnelle en Ontario*, p. 10.

Entretien des vêtements et de l'équipement de protection

Une fois la pulvérisation terminée, nettoyer tous les vêtements et l'équipement de protection.

Ne jamais laisser les **enfants, les animaux de compagnie** ni le bétail entrer en contact avec des vêtements ou de l'équipement contaminés. S'assurer de plus qu'ils ne peuvent entrer en contact avec les **flaques d'eau** laissées par le nettoyage de l'équipement.

Sans enlever les gants, laver ceux-ci à l'eau et au savon, et les garder pour enlever les vêtements et l'équipement de protection.

Toujours enlever ses vêtements de protection et son équipement dehors. Si l'on a épandu un pesticide en granulés, bien secouer les vêtements dans un endroit où cela ne pose pas de risque. Veiller à vider les poches et les revers de manches ou de jambes de pantalon.

Jeter les vêtements qui ont été mouillés par des produits concentrés ou très toxiques. Placer les vêtements dans un sac en plastique et les apporter au site d'enfouissement.

Ne pas laver les combinaisons de protection et les vêtements portés pendant un traitement pesticide avec d'autres vêtements. Les laver après chaque usage. Une fois bien secs, les placer dans un sac en plastique et les ranger à part.

Les mains toujours protégées par des gants, laver les accessoires de sécurité. Faire ce travail dehors dans toute la mesure du possible. Si l'on ne dispose pas d'une installation de nettoyage externe, on peut utiliser des seaux qui ne servent qu'à cela. Les marquer et les ranger à part. Laver l'intérieur et l'extérieur des lunettes de protection, du chapeau, des bottes et de tout vêtement imperméable dans de l'eau tiède savonneuse, bien les rincer et les laisser sécher à l'air.

Respirateurs

Retirer les cartouches et pré-filtres du respirateur.

Jeter les cartouches, les boîtes et les tampons filtrants lorsque la respiration devient difficile, qu'on décèle une odeur ou un goût de pesticide, ou lorsque le délai fixé par le fabricant est écoulé.

Noter sur les cartouches la date de leur première utilisation.

Retirer les cartouches et tampons filtrants de la pièce faciale et les ranger dans des sacs en plastique propres et hermétiques.

Laver la pièce faciale dans de l'eau tiède savonneuse, la rincer à fond et la faire sécher dans un endroit bien ventilé. Le séchage à l'air prévient les dommages aux valves d'admission et d'évacuation de l'air.

Ne jamais utiliser d'alcool ou d'autres solvants pour nettoyer le respirateur, car ils peuvent altérer le caoutchouc et le plastique.

TABLEAU 1-2. Fournisseurs de vêtements et d'équipement de protection personnelle en Ontario

3-M Canada Inc.	Division de la santé au travail et de la protection de l'environnement, C.P. 5757 London ON N6A 4T1	Tél. : 519-452-6165 Sans frais : 1-800-364-3577 Téléc. : 519-452-4660
Acklands Grainger	90, ch. Beaver Creek Ouest Richmond Hill ON L4B 1E7	Tél. : 905-731-5516 Sans frais : 1-800-668-8989 Téléc. : 905-731-2798
Aearo Canada	7115, ch. Tomken Mississauga ON L5S 1X7	Tél. : 905-795-0700 Sans frais : 1-800-387-4304 Téléc. : 905-564-5250
DuPont Personal Protection	20, pl. Ryan C.P. 1687 Brantford ON N3T 5V7	Tél. : 519-752-4369 Sans frais : 1-800-387-9326 Téléc. : 519-752-2161
Dutch Industries « Protect-Air Cab Filter »	Huron Tractor C.P. 1300 Exeter ON N0M 1S3	Tél. : 519-235-1115 Téléc. : 519-255-1939
HAMISCO	3392, ch. Wonderland London ON N6L 1A8	Tél. : 519-652-9800 Sans frais : 1-800-668-9800 Téléc. : 519-652-9661
Levitt-Safety (Eastern) Limited	2872, Bristol Circle Oakville ON L6H 5T5	Tél. : 905-829-3299 Sans frais : 1-800-668-6153 Téléc. : 905-829-2919
Mitt & Robe Co.	751, rue Norfolk N. Simcoe ON N3Y 3R6	Tél. : 519-428-4050 Sans frais : 1-877-893-6565 Téléc. : 519-428-5142
MSA Canada Inc.	148, prom. Norfinch North York ON M3N 1X8	Tél. : 416-667-9400 Sans frais : 1-800-267-0672 Téléc. : 416-663-5908
Plant Products Co. Ltd.	314, ch. Orenda Brampton ON L6T 1G1	Tél. : 905-793-7000 Sans frais : 1-800-387-2449 Téléc. : 905-793-9632
Safety Express	4060B, croissant Sladeview, bur. 2 Mississauga ON L5L 5Y5	Tél. : 905-608-0111 Sans frais : 1-800-465-3898 Téléc. : 905-608-0091
The St. George Company (fournisseurs des casques Kasco)	20, prom. Consolidated C.P. 430 Paris ON N3L 3T5	Tél. : 519-442-2046 Sans frais : 1-800-461-4299 Téléc. : 519-442-7191

Bottes et gants en caoutchouc, vinyle ou plastique

Pour que les mains n'entrent pas en contact avec le pesticide, garder les gants pour laver l'extérieur des bottes et des gants avec une solution d'eau et de détergent, puis enlever les gants.

Après avoir enlevé les bottes et les gants, en laver l'intérieur et l'extérieur avec une solution d'eau et de détergent, rincer à fond et laisser sécher dans un endroit bien aéré.

Lavage des vêtements portés pendant la pulvérisation

Ne jamais laver dans la laveuse automatique des vêtements portés pendant un traitement pesticide avec les vêtements de tous les jours. Il est impératif de les laver et de les ranger à part. Toujours les laver après chaque utilisation.

sation. Porter des gants résistants aux produits chimiques pendant la manipulation de vêtements contaminés par des pesticides.

Faire tremper les vêtements avant de les laver, selon une de ces méthodes :

- rincer grossièrement les vêtements au jet à l'extérieur;
- les laisser tremper à part dans un seau ou une cuve;
- utiliser le cycle de prélavage de la laveuse automatique.

Placer les vêtements directement dans la machine à laver. Ne laver que quelques articles à la fois. Ne pas ajouter de vêtements de la famille à la brassée.

Régler la brassée à l'eau chaude, au plus haut niveau d'eau et au cycle le plus long, et utiliser un détergent puissant. Exécuter un cycle de lavage pour vêtements très sales.

Faire deux cycles de lavage consécutifs.

Les lavages terminés, étendre les vêtements à l'extérieur (idéalement en plein soleil) et ne les rentrer qu'une fois parfaitement secs. Ne pas utiliser la sècheuse à linge.

Nettoyer la machine à laver en lui faisant faire un cycle complet avec uniquement de l'eau chaude et du détergent (sans vêtements).

Hygiène corporelle

Se laver impérativement les mains avant de manger, de boire ou de fumer.

À la fin de la journée de travail, prendre un bain ou une douche dès que possible. Plus un pesticide reste longtemps sur la peau, plus l'organisme risque de l'absorber.

Se laver les cheveux et se curer les ongles. Se doucher longuement en savonnant généreusement.

Toujours passer des vêtements propres.

Mettre chaque jour des vêtements de travail frais. On peut penser qu'il n'y a pas grand danger à remettre les vêtements de la veille parce qu'ils n'ont été touchés que par une petite quantité de produit chimique; pourtant, en les portant à nouveau, on continue de s'exposer au produit et on augmente les risques pour la santé.

Protéger l'environnement

Protéger les sources d'eau

Employer un dispositif anti-refoulement pour empêcher le liquide de retourner à la source pendant les opérations de pompage de l'eau dans un puits, un étang, un ruisseau ou autre point d'eau.

Préparer la bouillie pesticide et remplir le pulvérisateur quand celui-ci est stationné à bonne distance de toute source d'eau, de tout puits, étangs ou cours d'eau.

Prévoir des zones tampons (des zones où l'on ne traite pas) afin d'éviter la contamination des eaux de surface, des puits, des étangs ou des cours d'eau. Voir sur l'étiquette du produit à quelles distances précises de l'eau il faut s'abstenir de traiter.

Réduire et maîtriser la dérive des embruns

Pour les traitements faits à l'extérieur, ne pulvériser que lorsque l'air est calme ou faiblement agité. Le vent ne

doit pas dépasser 11 km/h, sous réserve des indications portées par l'étiquette qui peuvent parfois préciser des vents d'au maximum 8 km/h. Dès que l'on s'aperçoit que le vent fait dériver le jet, il faut cesser le traitement jusqu'à ce que le vent tombe. Ne jamais pulvériser quand le vent souffle en direction d'une culture sensible ou de zones, comme les cours d'eau, qui sont vulnérables du point de vue écologique.

Lire l'étiquette du produit pour connaître les recommandations concernant les zones tampons à respecter ainsi que les volumes d'eau et les buses ou pastilles à employer.

Laisser des zones tampons le long de tous les cours d'eau et autour des puits, ainsi qu'en bordure des champs voisins où poussent des cultures sensibles. Si l'étiquette ne précise rien au sujet des zones tampons, laisser une bande non traitée colonisée par la végétation naturelle.

Pulvériser la bouillie pesticide au taux recommandé (L/ha).

Monter sur le pulvérisateur les buses adaptées au traitement projeté. Dans la mesure du possible, employer des buses à admission d'air (de type venturi) qui ont l'avantage, par rapport aux buses traditionnelles, de réduire considérablement la possibilité de dérive.

Bien régler la distance buse-cible.

Équiper le pulvérisateur de dispositifs empêchant la dispersion du panache de pulvérisation (capots, déflecteurs, caches et rideaux d'air) s'il est possible et pratique de le faire.

Utiliser des adjuvants anti-dérive en respectant les directives fournies sur l'étiquette.

Dans la mesure du possible, appliquer les pesticides avec des humecteurs à corde au lieu de les pulvériser.

Pour de plus amples renseignements sur la dérive des pesticides, consulter le fascicule intitulé *Entreposage, manipulation et application de pesticides* de la série *Les pratiques de gestion optimales* publiée par le MAAARO et Agriculture et Agroalimentaire Canada, ainsi que les vidéos sur la maîtrise de la dérive, intitulées *How to Manage Spray Drift* et *Spray Drift Reduction through Air Induction*, qui ont été produites par le Programme ontarien de formation en matière de pesticides (Université de Guelph, Campus de Ridgeway).

Protéger les abeilles

Si la protection des abeilles ne concerne pas la majorité de floriculteurs, elle doit par contre être prise très au sérieux par les producteurs qui cultivent des fleurs de plein champ. Les abeilles domestiques, de même que les autres abeilles et insectes, sont des auxiliaires importants pour la pollinisation des cultures. De nombreuses cultures sont également d'importantes sources de nectar pour la production du miel.

Il est du devoir de l'agriculteur qui utilise des insecticides dans ses cultures de prendre les mesures suivantes pour ne pas intoxiquer les abeilles :

- Avant de pulvériser un produit, prévenir les apiculteurs voisins afin qu'ils mettent leurs colonies à l'abri. Communiquer avec l'apiculteur provincial au 1-888-466-2372 pour obtenir la liste des apiculteurs.
- Ne pas pulvériser d'insecticides sur des cultures en fleurs fréquentées par des abeilles. S'il est indispensable de pulvériser, le faire après 19 h, moment où les abeilles sont rentrées à la ruche. À défaut, pulvériser avant 7 h du matin, c'est-à-dire avant qu'elles commencent à butiner. Soulignons que les abeilles ne butinent généralement pas à des températures inférieures à 13 °C.
- Ne pas traiter par temps venteux pour éviter que les embruns de pesticides soient emportés vers les ruches avoisinantes.
- Essayer, dans la mesure du possible, de choisir des formulations qui sont les moins toxiques pour les abeilles. Les formulations pulvérulentes (poudres fines) sont plus toxiques que les formulations liquides. Les concentrés émulsifiables (EC) sont moins toxiques que les poudres mouillables (WP).
- En vertu de la *Loi sur l'apiculture*, toute pulvérisation dans un verger en fleurs constitue un délit.

La plupart des organophosphorés et des carbamates sont extrêmement toxiques pour les abeilles. Le tableau 1-3, *Toxicité relative des insecticides pour les abeilles domestiques*, donne des exemples de pesticides utilisés pour la protection des cultures qui sont toxiques pour les abeilles.

TABLEAU 1-3. Toxicité relative des insecticides pour les abeilles domestiques

Groupe 1 — Hautement toxiques.

Ne pas appliquer sur les cultures ou les mauvaises herbes en fleurs à l'extérieur de la serre.

Nom commercial	Matière active
Intercept	imidaclopride
Avid	abamectine
Success	spinosad
Dyno-Mite	pyridabène
Pounce	perméthrine
Decis	deltaméthrine
Diazinon	diazinon
Cygon, Lagon	diméthoate
Imidan	phosmet
Malathion	malathion
Sevin	carbaryl

Groupe 2 — Modérément toxiques. Appliquer seulement en fin de journée ou très tôt le matin*.

Tristar	acétamipride
Pirliss	pyrimicarbe
Endosulfan, Thiodan	endosulfan

* Les insecticides appliqués par temps particulièrement frais peuvent rester toxiques jusqu'à vingt fois plus longtemps que lorsqu'ils sont appliqués par temps chaud. Des températures élevées tôt le matin ou tard en soirée peuvent inciter les abeilles à prolonger le butinage.

Lire l'étiquette du pesticide afin de connaître les précautions à prendre pour protéger les abeilles.

Élimination des pesticides et des contenants vides

Triple rinçage ou rinçage sous pression des contenants de pesticides vides

Les contenants non rincés ne sont pas vraiment « vides ». Ils peuvent encore contenir environ 1 % du volume initial du produit. Cette quantité apparemment négligeable n'en pose pas moins un danger pour les humains, les animaux et l'environnement. Pour atténuer ce danger, rincer chaque contenant trois fois pendant le remplissage de la cuve du pulvérisateur afin de pouvoir y verser les rinçures. Faire un triple rinçage manuel ou utiliser un rince-bidon spécialement conçu. Les boîtes en papier ou en carton sont souvent assez solides pour supporter les rinçages. Si possible, les rincer de la même manière que les bidons en plastique.

Triple rinçage

1. Remplir le contenant à 10 % avec le liquide utilisé pour diluer le reste de pesticide (habituellement de l'eau).
2. Reboucher le contenant, l'agiter ou le rouler de manière à bien rincer les parois intérieures.
3. Verser les rinçures dans la cuve du pulvérisateur.
4. Refaire deux autres fois les étapes 1-3.

Bien examiner le contenant après l'avoir rincé pour s'assurer qu'il est débarrassé de tout produit qui aurait pu coller ou s'agglomérer dans le fond du contenant.

Dispositifs de rinçage

Les dispositifs de rinçage mettent en œuvre de l'eau sous pression pour nettoyer les contenants. Leur action est tout aussi efficace que le triple rinçage, mais elle prend moins de temps. Suivre les consignes du fabricant.

Comment éliminer les contenants vides rincés trois fois

Ne jamais réutiliser des contenants de pesticides vides. Si pratiques qu'ils soient, ils présentent toujours un danger même après un triple rinçage. Ne jamais donner à qui que ce soit des contenants vides et rincés, surtout pas aux enfants. S'en débarrasser rapidement.

Le règlement 914 (article 27) de la *Loi sur les pesticides* prescrit les façons réglementaires d'éliminer les contenants de pesticides en Ontario.

Contenants en métal, en plastique ou en verre

Pour éliminer les récipients en métal, en plastique ou en verre qui ont contenu un pesticide inscrit aux annexes 1, 2, 3*, 5 ou 6* (*à usage non domestique) :

- Faire un triple rinçage ou un rinçage à l'eau sous pression ou avec un solvant approprié, puis,
 - soit les apporter à un dépôt de contenants de pesticides destinés au recyclage;
 - soit les apporter à un site d'enfouissement de déchets en règle.
- Une fois les contenants bien rincés, les perforer pour qu'ils s'égouttent complètement et qu'ils ne puissent être réutilisés.

Il est souvent plus pratique de mettre de côté les contenants vides rincés jusqu'à ce qu'il y en ait assez pour les apporter à un dépôt de recyclage ou d'enfouissement. Si

l'on remise les contenants, s'assurer qu'ils ont été rincés et perforés pour qu'ils ne puissent plus servir et les ranger en lieu sûr, à l'abri de l'humidité, par exemple dans le local d'entreposage des pesticides, jusqu'à ce que l'on puisse s'en débarrasser convenablement.

Recyclage

Dans le cadre du Programme ontarien de recyclage des contenants de pesticides, tous les producteurs agricoles et entrepreneurs de traitements antiparasitaires peuvent rapporter à des dépôts, situés un peu partout dans la province, leurs contenants en métal ou en plastique propres et rincés trois fois (d'une capacité maximale de 23 L dans le cas des contenants en plastique et de 20 L dans le cas des contenants en métal). Pour savoir où se trouve le dépôt le plus proche, appeler le Programme ontarien de formation en matière de pesticides au 1-800-652-8573.

Contenants en papier et en carton

Pour éliminer les contenants en papier ou en carton qui ont contenu un pesticide inscrit aux annexes 1, 2, 3*, 5 ou 6* (*à usage non domestique), y compris de la semence traitée avec un fongicide :

- Faire un triple rinçage ou un rinçage au jet d'eau sous pression (si possible) en utilisant de l'eau propre, puis,
 - soit brûler les contenants (si les règlements municipaux le permettent) en veillant à ce que la fumée n'incommoder aucun humain ni aucun animal, et qu'elle ne se dirige pas vers des bâtiments, des routes, des chemins ou des espaces extérieurs fréquentés par le public;
 - soit les apporter à un site d'enfouissement de déchets en règle.

Les contenants en papier ou en carton sont souvent assez rigides pour supporter le rinçage. Si possible, les rincer trois fois pendant le remplissage de la cuve du pulvérisateur, puis les brûler à un endroit isolé de la ferme (si les règlements municipaux le permettent).

Faire preuve d'une extrême prudence à l'égard de la fumée, car elle peut contenir des émanations toxiques produites par la combustion du pesticide. Éliminer tout risque qu'un humain ou qu'un animal inhale cette fumée. Veiller à ce que le vent ne rabatte pas la fumée vers des bâtiments, des routes ou des espaces extérieurs fréquentés par le public.

On peut aussi apporter les contenants en papier ou en carton à un site d'enfouissement local, de la même façon que les contenants en métal, en plastique ou en verre. Si l'on ne peut pas le faire immédiatement, les ranger en lieu

sûr, en attendant, dans le local d'entreposage des pesticides, par exemple.

Quantités non employées

Éliminer les pesticides inutilisés dans le respect des règles de sécurité.

Communiquer avec le fournisseur. Certains fournisseurs acceptent de reprendre des restants de produits s'ils sont toujours dans le contenant d'origine.

Si des restants de produits ne peuvent être utilisés de la façon prévue sur l'étiquette, le MEO exige qu'ils soient confiés à une entreprise autorisée à transporter des déchets dangereux pour qu'elle les apporte à un site d'enfouissement en règle. Consulter les Pages jaunes de l'annuaire téléphonique sous « Collecte des déchets liquides ».

Surveiller dans les journaux locaux les avis annonçant les dates de collecte des déchets dangereux organisées par la municipalité, ou communiquer avec cette dernière. Si la municipalité n'a pas de journées de collecte spéciale, insister auprès de l'administration municipale pour qu'elle en organise. Profiter de ces journées de collecte pour aller porter les restants de pesticides concentrés (maximum de 25 L). Vérifier si les pesticides agricoles sont acceptés.

Quantité excédentaire de bouillie dans le pulvérisateur

Le meilleur moyen de ne pas se retrouver avec des quantités excédentaires est de faire une bonne planification et de calculer dès le départ la quantité de bouillie nécessaire. Si toutefois, il devait rester de la bouillie dans la cuve après le traitement, le meilleur moyen de l'éliminer est de la pulvériser sur un autre champ qui a besoin du même traitement. Mais auparavant, il faut consulter l'étiquette pour vérifier que l'emploi du produit est homologué sur la culture présente dans cet autre champ.

S'il n'y a pas d'autre champ où pulvériser la bouillie, diluer celle-ci en ajoutant 10 parties d'eau pour 1 partie de bouillie. Cette bouillie très diluée pourra être appliquée sans risque sur la superficie déjà traitée à condition toutefois que la dose de pesticide recommandée sur l'étiquette ne soit pas dépassée. Consulter l'étiquette pour connaître les éventuelles restrictions concernant les cultures de la rotation, le délai d'attente avant la récolte, ou l'élimination de la bouillie excédentaire.

Ne jamais pulvériser la bouillie non diluée sur une partie d'un champ déjà traité. Cela revient à doubler la dose

recommandée sur cette superficie. Il peut en résulter des quantités illégales de résidus de pesticides sur la culture récoltée ou des niveaux nocifs de résidus dans le sol qui peuvent léser les cultures.

Sachets solubles

Pour diminuer le nombre des contenants à éliminer, opter pour des emballages qui se dissolvent dans la cuve du pulvérisateur. Les sachets hydrosolubles sont utilisés pour les formulations en poudre fluide et en poudre mouillable et sont vendus sous les noms par exemple de Clean Pak, Solupak et Toss-N-Go. Dans la plupart des cas, le matériau hydrosoluble est l'APV (alcool polyvinylique). Ce matériau se dissout complètement dans le pulvérisateur lorsqu'il est ajouté à l'eau de la cuve selon les directives du fabricant.

Lire attentivement toutes les étiquettes et notices d'emploi. Pour plus de détails, s'adresser au vendeur du pesticide.

Garder au sec les sachets hydrosolubles jusqu'au moment de l'emploi.

- Ne pas manipuler les sachets hydrosolubles avec des mains ou des gants mouillés.
- Ne sortir les sachets hydrosolubles de leur suremballage qu'au moment de les ajouter dans la cuve du pulvérisateur.
- Fermer toujours hermétiquement le suremballage pour protéger de l'humidité les sachets qui restent.

Plonger les sachets dans la cuve

Consulter le mode d'emploi du produit pour savoir exactement comment ajouter les sachets à la cuve.

Remplir d'eau la cuve du pulvérisateur au quart de sa capacité et mettre l'agitateur en marche. Ajouter ensuite les sachets hydrosolubles.

La plupart des sachets se dissolvent complètement en moins de 5 minutes, selon la température de l'eau et le degré d'agitation.

Si d'autres pesticides compatibles sont utilisés, les ajouter dans la cuve pendant le remplissage.

Ne pas ajouter dans la cuve :

- un pesticide qui est incompatible avec l'APV des sachets. L'APV n'est pas soluble dans l'huile d'été (p. ex. huile Superior).

- les produits contenant du bore (par exemple, Solubor), des oligo-éléments chélatés ou des engrais hydrosolubles car ces composés ne sont pas compatibles avec la pellicule d'APV. La combinaison de ces produits avec l'APV risque de former une substance collante ou insoluble dans la cuve. Quand la cuve a servi à appliquer du bore, des oligo-éléments chélatés ou des engrais hydrosolubles, la vidanger et la rincer à fond avant d'y verser un produit emballé dans de l'APV.

Entreposage des pesticides

La *Loi sur les pesticides* de l'Ontario et son règlement 914 énoncent les exigences visant les installations d'entreposage. Voir le tableau 1-4, *Exigences visant les installations d'entreposage aux termes de la Loi sur les pesticides*. Les exigences à respecter dépendent de la catégorie à laquelle appartiennent les pesticides que l'on emploie (« annexes » de la Loi).

TABLEAU 1-4. Exigences visant les installations d'entreposage aux termes de la Loi sur les pesticides

	Annexes 3, 4 et 6	Annexe 2	Annexes 1 et 5
Éloignées des aliments et des boissons	♦	♦	♦
Sans danger pour la santé ou la sécurité	♦	♦	♦
Propres et ordonnées	♦	♦	♦
Panneaux de mise en garde sur les bâtiments d'entreposage	♦	♦	♦
Panneaux de mise en garde sur les véhicules laissés sans surveillance	♦	♦	♦
Numéros de téléphone d'urgence bien en vue	♦	♦	♦
Ventilation débouchant sur l'extérieur		♦	♦
Accès restreint (local sous clé)		♦	♦
Absence d'avaloir de sol		♦	♦
Équipement de protection personnelle accessible		♦	♦
Utilisées exclusivement pour les pesticides			♦

Voir aussi la fiche technique n° 94-038 du MAAARO, *Entrepôt de pesticides*.

Déversements de pesticides

Se protéger soi-même avant d'entreprendre l'opération de nettoyage. Procéder au nettoyage immédiatement.

Déversement mineur :

- Si le pesticide est liquide, le recouvrir d'une bonne couche d'un matériau absorbant comme de la litière pour chats, de la vermiculite ou de la terre sèche, puis balayer ou pelleter le matériau dans un baril à déchets.
- Si le pesticide est en poudre ou en granulés, le balayer ou le pelleter dans un baril à déchets.

Déversement important :

- Faire sortir les personnes ou les animaux de la zone où s'est produit l'accident.
- Empêcher le produit de continuer à se répandre.
- Empêcher le produit de se déverser dans un cours d'eau.

Si un déversement de pesticide est anormal sur les plans qualitatif ou quantitatif, le signaler au Centre d'intervention en cas de déversement du MEO en appelant le 1-800-268-6060 (ligne ouverte en permanence) et à la municipalité.

En cas de doute sur la pertinence du signalement, ne prendre aucun risque et téléphoner.

Pour en savoir plus sur la prévention des déversements, voir la fiche technique n° 96-026 du MAAARO, *Comment éviter les déversements accidentels de pesticides*.

2. Eau, substrat et fertilisation

Introduction

Les végétaux sont constitués d'eau ($\approx 90\%$), de matière organique (4–10 %) et de minéraux (15 %). La matière organique est produite par la photosynthèse dans les feuilles vertes, tandis que l'eau et les minéraux (les éléments nutritifs) sont généralement absorbés par les racines qui se forment dans le sol ou le substrat sans sol, et sont diffusés dans toute la plante par l'intermédiaire de tissus spécialisés (qui forment le système vasculaire des plantes) appelés xylème. La majeure partie de l'eau qui est absorbée se perd par les feuilles et s'échappe dans l'air ($\approx 90\%$) sous l'effet de la transpiration, tandis qu'une petite partie sert à la photosynthèse ($\approx 1\%$) ou devient un constituant de la plante ($\approx 9\%$). Les glucides (sucres et amidons) sont produits par la photosynthèse et sont véhiculés dans la plante, généralement vers le bas, par les tissus qui forment le phloème.

Eau

L'eau est l'un des éléments les plus importants pour la croissance d'une culture, et c'est souvent celui qu'on néglige le plus. L'eau est le milieu où se produisent les processus chimiques, comme l'absorption des éléments nutritifs et la photosynthèse. Par la transpiration, l'eau agit comme élément refroidissant à la fois pour les végétaux et pour leur environnement. Les deux grands facteurs à considérer sont la quantité et la qualité d'eau dont a besoin la culture.

Absorption

L'absorption de l'eau peut être active ou passive. L'absorption active nécessite de l'énergie (à partir de la respiration des racines). Elle amène un accroissement de la concentration des éléments nutritifs dans les racines, ce qui provoque la pénétration de l'eau aspirée à l'intérieur des racines par osmose.

L'absorption d'eau par les racines est un phénomène passif qui se déclenche sous l'effet de la transpiration des feuilles, celles-ci perdant leur eau par les orifices appelés stomates. La vapeur d'eau passe d'un milieu où la pression est élevée (en l'occurrence dans les feuilles) à un milieu où la pression est moins élevée (en l'occurrence

à l'extérieur des feuilles). Lorsque l'humidité ambiante est très élevée, les plantes perdent moins de vapeur d'eau que lorsqu'il fait sec, puisque, à l'extérieur, la pression de vapeur d'eau est plus élevée (ce qui réduit la différence de pression entre l'intérieur des feuilles et l'air extérieur). La perte d'eau enclenche un processus en chaîne qui fait remonter l'eau par l'intermédiaire du xylème pour remplacer, dans les feuilles, l'eau que celles-ci perdent. En réaction, les poils absorbants des racines vont absorber l'eau dans le sol suivant le même gradient. La quantité d'eau puisée par les racines dépend aussi du niveau d'humidité et de la salinité du sol. L'humidité relative de l'air, l'humidité du sol et la concentration de sels dans la solution du sol sont les trois facteurs qui influent sur l'absorption de l'eau.

Quantité

Les besoins en eau d'une culture peuvent varier de 0,1 à 7 L d'eau par mètre carré de serre par jour, desquels 90 % doivent être comblés pendant le jour. Cette quantité varie selon l'espèce végétale, la taille des plants, l'humidité relative, l'ensoleillement, la température ou le chauffage et le taux de ventilation. Au moment de dimensionner le système d'irrigation (conduites, pompes, buses), il est recommandé de faire reposer les calculs sur 1 L/m²/h comme débit minimal des conduites et du système d'irrigation. Les besoins annuels totaux en eau d'une serre exploitée à longueur d'année pour la production de cultures à indice foliaire élevé (comme celle de légumes) et où la solution nutritive est recyclée dépassent d'environ 25–35 % les précipitations annuelles en Ontario. Autrement dit, l'eau de pluie recueillie du toit de la serre ne suffit pas à combler les besoins annuels. Les besoins en eau sont à leur maximum pendant l'été. Les exploitations serrioles qui prélèvent quotidiennement de grandes quantités d'eau des sources d'eau de surface et d'eaux souterraines doivent obligatoirement se conformer aux règlements du ministère de l'Environnement quant à l'utilisation de l'eau.

Permis de prélèvement d'eau

www.ene.gov.on.ca/envision/water/pttw.htm

Permis de prélèvement d'eau

Les prélèvements d'eau en Ontario sont assujettis à la *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario* (LREO) et au Règlement sur le prélèvement et le transfert d'eau (Règl. de l'Ont. 387/04). L'article 34 de la LREO stipule que quiconque prélève plus de 50 000 litres d'eau par jour d'un lac, d'un ruisseau, d'une rivière ou d'une source d'eau souterraine, y compris d'un étang alimenté par une source, doit obtenir un permis de prélèvement d'eau du ministère de l'Environnement (MEO). Les titulaires de permis sont tenus de consigner la quantité d'eau prélevée chaque jour et de faire parvenir ces données annuellement au MEO. La conservation de l'eau est un aspect important du Programme de réglementation des prélèvements d'eau du MEO. Les mesures de conservation de l'eau proposées ou prises doivent être documentées au moment de la demande de permis. Pour plus d'information, se reporter au *Permit to Take Water Manual* (en anglais seulement), au document intitulé *Marche à suivre pour demander un permis de prélèvement d'eau* et aux fiches techniques sur le sujet accessibles en ligne depuis le site www.ene.gov.on.ca/envision/water/pttw-fr.htm.

Gestion de l'utilisation de l'eau

L'utilisation efficace de la ressource qu'est l'eau devrait être au cœur des préoccupations des serriculteurs. Les réseaux fermés ou de recirculation des éléments nutritifs sont intrinsèquement les plus efficaces, mais ils ne conviennent pas à tous les systèmes culturels ou ne sont pas rentables dans toutes les situations. Les producteurs qui utilisent des réseaux ouverts ont le choix d'un certain nombre de façons de procéder. Ils peuvent par exemple adopter un système qui utilise des goutteurs à faible débit pour les cultures florales en pot et un système d'irrigation goutte-à-goutte au moyen de tuyaux perforés pour la culture sur sol de fleurs coupées; ils réduisent ainsi à peu de frais les quantités d'eau et de fertilisants utilisées et atténuent le lessivage des éléments nutritifs vers les racines. Ils peuvent aussi réduire la consommation d'eau et de fertilisants en intégrant mieux les conditions des milieux de croissance (lumière, température et humidité) en fonction de la culture et de son état de développement. Il est bon de surveiller la composition de l'eau de percolation qui se retrouve dans l'étang d'irrigation, le marécage artificiel ou la bande filtrante de végétation avant d'évacuer l'eau de percolation dans l'environnement. Des règlements sont en place tant au palier fédéral qu'au palier provincial pour protéger les cours d'eau et les organismes aquatiques des effluents dangereux.

Qualité

Outre que l'approvisionnement en eau doit être abondant et fiable, la qualité de l'eau doit respecter certains critères, les plus importants étant :

- la concentration des particules en suspension, qui peuvent encrasser le matériel d'irrigation ou laisser des résidus sur les feuilles si elles sont irriguées par aspersion;
- la quantité des composés ou éléments chimiques dissous, qui peuvent influencer la croissance des plantes et leur nutrition.

C'est le deuxième de ces critères (la quantité de composés chimiques dissous) auquel les producteurs doivent prêter une attention particulière. Les critères applicables à la qualité de l'eau dépendent de plusieurs facteurs :

- Le système de culture ou d'irrigation utilisé. Utilisez-vous un système ouvert avec irrigation aérienne (culture sur sol ou substrat, sans recyclage de la solution), un système fermé avec sub-irrigation (culture en pots, avec sub-irrigation et recyclage de la solution nutritive) ou la technique de culture sur film nutritif?
- Les normes de qualité de l'eau. Elles sont plus strictes dans un système fermé (avec recyclage) à cause du risque d'accumulation de certains ions dans la solution et du risque accru de propagation des maladies des racines.
- La qualité du drainage. Il faut pouvoir évacuer la grande quantité d'eau nécessaire à d'éventuels lessivages du substrat ou du sol.
- Les cultures et leurs besoins particuliers ou leur sensibilité particulière à certains éléments comme le bore, le fluorure, le zinc, etc.

Dans une serre avec irrigation aérienne sans recyclage de l'eau, une simple analyse de l'eau suffit à en déterminer la qualité. Cette analyse doit mesurer la conductivité électrique (CÉ) et titrer les ions hydrogène (pH), le sodium (Na^+), les chlorures (Cl^-) et les sulfates (SO_4^{2-}). Dans une serre avec sub-irrigation ou dans une serre avec recyclage de l'eau, une analyse complète de l'eau est conseillée, avec titrage des bicarbonates (HCO_3^-) et des oligo-éléments comme le fer (Fe^{2+} , Fe^{3+}), le bore (B), le zinc (Zn^{2+}), le manganèse (Mn^{2+}) et le cuivre (Cu^{2+}).

Conductivité électrique (CÉ)

La conductivité électrique (CÉ) est la mesure de la quantité totale d'ions (charge ionique réelle totale) dans une solution. La charge ionique totale (souvent appelée aussi salinité totale ou teneur en sels solubles) se détermine à l'aide d'un conductimètre, appareil qui mesure la CÉ. À une charge ionique élevée correspond une CÉ élevée. La CÉ d'une solution est mesurée au moyen de deux électrodes de 1 cm² chacune, éloignées de 1 cm. Elle est exprimée en millimhos/centimètre (mmho/cm) ou en millisiemens/centimètre (mS/cm ou dS/m) à 25 °C, température de référence. La teneur en sels solubles s'exprime également par la concentration ionique en équivalent-poids par litre (eq/L ou meq/L), des unités qui traduisent l'importance de la charge constituée par tous les ions présents dans la solution.

Pour convertir les meq/L en mS/cm et inversement :

- 1 meq/L \approx 0,055 mS/cm \approx 55 μ S/cm
- 1 mS/cm = 1 000 μ S/cm \approx 18,2 meq/L

où « m » signifie milli (0,001 ou 1 millième) et « μ » signifie micro (0,000001 ou 1 millionième).

À noter qu'un conductimètre ne mesure pas la concentration des différents ions, mais la somme de toutes les charges ioniques. Une valeur de CÉ élevée est l'indice d'une solution qui présente une concentration élevée d'ions et qui est donc plus difficilement absorbable par les plantes à cause de la succion osmotique accrue. Le conductimètre doit être étalonné périodiquement avec une solution-étalon ayant une valeur de CÉ connue. Par exemple, une solution titrant 0,01 M de chlorure de potassium (KCl), obtenue par dissolution de 0,74 g de KCl dans 1 L d'eau, possède une CÉ de 1,4 mS/cm à 25 °C. Au bout de plusieurs utilisations, le conductimètre affiche des lectures sous-estimées à cause de l'oxydation de ses électrodes. Nettoyer ces dernières en les plaçant dans une solution acide (pH de 1,0–2,0) pendant toute une nuit. Si l'appareil n'a pas été corrigé à 25 °C, augmenter les valeurs obtenues de 2 % pour chaque 1 °C de moins que 25 °C.

Le tableau 2-1, *Classement de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (CÉ) et de certaines concentrations*, donne un classement général de la qualité de l'eau qui est une version modifiée des recommandations de l'Ohio et de la méthode dite hollandaise. Il est à noter qu'un échantillon d'eau ne peut être classé dans une catégorie donnée que s'il satisfait à tous les critères de la catégorie.

TABEAU 2-1. Classement de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (CÉ) et de certaines concentrations

Cat.	CÉ (mS/cm)	Sodium (Na ⁺) (ppm)	Chlorures (Cl ⁻) (ppm)	Sulfates (SO ₄ ²⁻) (ppm)
1	< 0,5	< 30	< 50	< 100
2	0,5–1,0	30–60	50–100	100–200
3	1,0–1,5	60–90	100–150	200–300

Une eau de catégorie 1 convient à toutes les formes d'irrigation. La plupart des eaux provenant des lacs Érié et Ontario entrent dans cette catégorie. L'eau de catégorie 2 ne convient qu'à des cultures sur substrat ou sol qui peut être convenablement lessivé. L'eau de catégorie 2 ne convient pas aux plantes cultivées sur film nutritif ni aux plantes sensibles aux sels cultivées dans les systèmes avec sub-irrigation (irrigation souterraine). Les eaux de catégorie 3 ne sont pas recommandées pour les espèces sensibles aux sels (comme la primevère, la violette africaine, le gloxinia), ni aux cultures dont on limite le développement racinaire ou dont la solution nutritive est recyclée. Si la teneur en sels dépasse 1,5 mS/cm, l'eau est de qualité limite pour les cultures en serre. Dans certains cas, les plantes réussiront à pousser, mais leur rendement sera médiocre. Comparativement aux chlorures (Cl⁻), le seuil de concentration toxique du sodium (Na⁺) est bas, parce que le sodium a tendance à être absorbé par les particules de sol ou d'humus et à s'accumuler ainsi dans le sol ou le substrat. Cette concentration de sodium peut entraver l'absorption du potassium, du calcium et du magnésium. Les chlorures ont moins tendance à s'accumuler dans le sol ou le substrat en raison de leur charge négative. Certaines cultures sont sensibles aux chlorures (p. ex. concombre, azalée). Dans l'eau des puits de la plupart des régions de l'Ontario, les concentrations de sodium sont faibles, tandis que les concentrations de sulfates peuvent être relativement élevées à cause de la présence de gypse dans les nappes aquifères. La plupart des cultures n'ont pas besoin de plus de 100 ppm de sulfates (33 ppm de soufre élémentaire) pour répondre à leurs besoins en soufre.

Pourquoi mesurer la CÉ?

La CÉ n'indique rien sur les éléments qui sont présents ni sur leur quantité, mais elle donne une idée globale de la valeur nutritive de la solution. Une CÉ élevée signifie que la solution est riche en sels (ions) dissous, et que l'eau sera plus difficilement absorbable par les racines des plantes. Si la CÉ est excessive, les racines peuvent se déshydrater, se détériorer et mourir. Cette situation se produit généralement lorsque le sol ou le substrat n'est pas

suffisamment lessivé, que les plants sont surfertilisés ou que l'eau d'irrigation est de mauvaise qualité (CÉ élevée). Le feuillage peut être vert foncé et sous-développé et les plants peuvent flétrir bien que le substrat ne soit pas sec.

Une CÉ faible indique une solution pauvre en ions dissous, et donc une absorption de l'eau plus facile pour les racines. Les plants sont plus luxuriants et risquent d'être sous-fertilisés étant donné qu'il n'y a pas autant d'éléments nutritifs biodisponibles. Toutefois, la croissance des racines sera favorisée. Une faible CÉ induit souvent une carence en un des macro-éléments (azote, phosphore, potassium, calcium, magnésium et soufre).

Comment mesurer la CÉ d'un substrat

Les quatre grandes méthodes pour déterminer la CÉ d'un échantillon de substrat sont :

- la méthode de l'extrait de substrat saturé;
- la technique Spurway de l'extrait de substrat dilué (1 partie de substrat pour 2 parties d'eau);
- la méthode de l'eau de percolation (« Pour-through »);
- la méthode du pressage.

La méthode de l'extrait de substrat saturé et la technique Spurway consistent à ajouter de l'eau à un échantillon de substrat prélevé dans la zone racinaire, puis à en extraire l'eau et à mesurer la CÉ de la solution obtenue. Avec la première de ces méthodes, le substrat est entièrement saturé d'eau, tandis qu'avec la deuxième, il est seulement dilué à raison d'un volume d'eau pour deux volumes de substrat. Ce sont les techniques le plus couramment employées dans les laboratoires d'analyse. En Amérique du Nord, la méthode de l'extrait de substrat saturé est le plus couramment utilisée par les laboratoires universitaires et privés. Elle donne une valeur de CÉ qui est habituellement environ 2,5 fois plus élevée que celle qui est obtenue avec la technique Spurway.

La méthode de l'eau de percolation consiste à verser de l'eau distillée ou déionisée sur le dessus du pot et à recueillir les 50 premiers millilitres de la solution qui s'en écoule (eau de percolation) pour en mesurer la CÉ et le pH. Cette méthode est rapide et très utile pour une surveillance maison effectuée sur place, à condition cependant de verser l'eau uniformément et sur toute la surface du substrat. Elle risque aussi de surestimer les valeurs de la CÉ lorsque les pots sont vieux (surtout s'ils sont irrigués par le bas), parce que la teneur en sels est élevée dans la partie supérieure du substrat, alors qu'elle peut en fait être plus faible dans le bas.

Une autre méthode de surveillance maison, le pressage, consiste à retirer les plants du pot et à presser la moitié inférieure de la motte entourant la racine pour en extraire la solution nutritive. On obtient ainsi un liquide assez représentatif de la solution de sol qui baigne les racines en croissance. Cette méthode est très utilisée pour surveiller la CÉ des substrats dans les plateaux de semis alvéolés. À cause du petit volume de solution extrait, la méthode du pressage oblige à utiliser un conductimètre capable de lire la CÉ dans seulement 1-2 gouttes de liquide.

Interprétation des lectures de la CÉ

Les besoins nutritifs d'une culture varient suivant son stade phénologique (stade de développement). On distingue essentiellement trois stades. Au cours du premier, qui correspond à la germination et à l'enracinement des boutures, les besoins sont faibles. Au stade suivant, au plus fort de la croissance végétative, les besoins sont élevés. Enfin, au troisième stade, quand les plants parviennent à maturité, les besoins diminuent. En règle générale, les plants se conserveront mieux dans le commerce si, vers la fin de leur séjour en serre, on abaisse les niveaux d'éléments nutritifs (et si l'on réactive le système racinaire); c'est le cas notamment du chrysanthème et du poinsettia. Par contre, certaines cultures, comme le lis de Pâques, se conservent mieux si elles sont fertilisées jusqu'à leur sortie de la serre.

Le tableau 2-2, *Niveaux relatifs de CÉ nécessaires aux cultures de serre en croissance active déterminés à partir de l'eau de percolation et de l'extrait saturé* (p. 21), indique les niveaux de CÉ conseillés à chaque phase de croissance active de différentes cultures en pot. Au cours des première et dernière phases de croissance, la CÉ doit être abaissée d'environ 1,0 mS/cm. On prélève chaque échantillon dans cinq pots par zone représentative. On fait la moyenne et on note le résultat.

Si la CÉ est trop basse, fournir de l'engrais pour l'élever.

Si la CÉ est trop élevée, lessiver le sol avec de l'eau claire pour l'abaisser. Le lessivage peut aussi être utile dans les systèmes avec sub-irrigation, bien qu'il soit important de vérifier si les teneurs élevées en sels se situent dans la zone des racines ou uniquement dans la partie supérieure du substrat (phénomène normal en culture avec sub-irrigation, qui n'a aucune incidence sur les racines). Si la CÉ est élevée dans la zone racinaire, de l'eau claire envoyée dans le réseau de sub-irrigation fera remonter les sels dans le sol.

Les cultures élevées sous faible luminosité, en automne et en hiver, ont besoin d'une CÉ plus élevée que durant

l'été, parce qu'elles transpirent moins et donc absorbent moins d'eau et d'engrais. L'été, le taux de transpiration élevé et l'absorption d'eau accrue sont souvent compensés par un abaissement de la CÉ de la solution nutritive.

TABEAU 2-2. Niveaux relatifs de CÉ nécessaires aux cultures de serre en croissance active déterminés à partir de l'eau de percolation et de l'extrait saturé

Besoins en éléments nutritifs	Extrait de substrat saturé (mS/cm)	Eau de percolation (mS/cm)	Cultures
Faibles	0,75-2,0	1,0-2,6	Azalée, bégonia, calcéolaire, calla, cinéraire, cyclamen, géranium, gerbera, gloxinia, impatiente, orchidée, primevère, streptocarpe, violette africaine
Moyens	1,5-3,0	2,0-3,5	Cactus de Noël (<i>Schlumbergera</i>), plantes du genre <i>Clerodendrum</i> , dahlia, exacum, pélargonium, hibiscus, kalanchoe, lis, rosier
Élevés	2,0-3,5	2,6-4,6	Chrysanthème, poinsettia

Le pH et son rôle

Le pH est une mesure inverse (ou logarithme négatif) de la concentration des ions hydrogène (H^+) dans une solution. Une grande quantité de H^+ donne un pH faible et une faible quantité de H^+ donne un pH élevé. L'échelle du pH s'étend de 1 à 14. Un pH inférieur à (<) 7,0 est acide et un pH supérieur à (>) 7,0 est basique (ou alcalin), 7,0 correspondant à la neutralité. Plus le pH est élevé, plus la solution est basique, et plus il est bas, plus elle est acide. Chaque unité de l'échelle de pH représente un facteur de variation de 10 dans la concentration des H^+ .

Alcalinité

L'alcalinité exprime la capacité d'un produit ou d'une solution de neutraliser les ions hydrogène. Un certain nombre de produits alcalins sont utilisés en serriculture, notamment le calcaire dolomitique, la chaux calcique, la chaux hydratée, divers fertilisants et des substrats comme l'argile et le sable. Il y a un certain rapport entre le pH et l'alcalinité puisque celle-ci détermine le pouvoir tampon d'un matériau; p. ex. l'alcalinité définit la résistance de l'eau à un changement de pH quand le matériau est dissous dans l'eau. En Ontario, il n'est pas rare que l'eau compte plus de 200 ppm de bicarbonates, qui proviennent de son passage à travers une couche calcaire du

sous-sol. Dans ce cas, la forte concentration de bicarbonates neutralise les ions hydrogène, ce qui fait baisser la concentration de H^+ , et par conséquent élève le pH. Bien qu'il existe en général un lien entre le pH et la teneur en bicarbonates, ce lien n'est pas spécifique. Autrement dit, pour savoir quelle quantité d'acide utiliser pour neutraliser le pH, il faut connaître la teneur en bicarbonates.

Comment mesurer le pH

On mesure le pH d'une solution selon trois méthodes principales :

- Le papier de tournesol, la méthode la moins coûteuse (mais également la moins précise), qui consiste à tremper le papier dans la solution et à en comparer la couleur à des codes de couleur correspondants à différentes fourchettes de pH.
- Le pH-mètre de poche, en forme de stylo, de coût raisonnable, relativement précis, facile à transporter sur soi dans la serre. Il suffit de tremper la sonde dans la solution et de noter la valeur de pH qui s'affiche sur l'écran numérique.
- Les pH-mètres à électrodes, appareils les plus précis, mais également les plus coûteux, qui demandent le plus d'entretien. Ils donnent une mesure rapide du pH. On plonge la sonde à pH directement dans la solution et on l'y laisse jusqu'à ce que la lecture se stabilise. La plupart des pH-mètres haut de gamme effectuent une compensation en fonction de la température, bien que celle-ci n'ait qu'une faible incidence (entre 0,1 et 0,3 unité). On doit rincer la sonde entre chaque échantillon. L'étalonnage est très important. Les sondes à pH ne sont pas aussi stables que les sondes à CÉ. Les régler au moins toutes les semaines à l'aide de solutions-étalons correspondant à des pH de 4,0 et de 7,0. Garder les sondes à pH propres, les entreposer dans un liquide et les remplacer plus souvent que les sondes à CÉ.

Vérifier le pH du substrat à partir de l'extrait aqueux ou boueux ayant servi à mesurer la CÉ. Le substrat doit avoir été dilué ou saturé avec de l'eau distillée, car de nombreuses sources d'eau contiennent des composés qui ont un pouvoir tampon (p. ex. les bicarbonates) susceptible de modifier le pH.

Pourquoi mesurer le pH?

Quoique les ions hydrogène ne soient pas à proprement parler des éléments nutritifs, le pH influe sur la solubilité et par conséquent sur la biodisponibilité des autres

éléments nutritifs (particulièrement les oligo-éléments). Par exemple, la plupart des ions positifs (cations) comme le fer, le manganèse et le calcium ainsi que les phosphates sont plus solubles à des pH plus faibles (et peuvent se fixer sous des formes non assimilables à des pH plus élevés), tandis que le molybdène est plus facilement assimilable à un pH plus élevé. Le pH influence aussi directement la colonisation du sol par certains organismes pathogènes qui risquent de nuire aux végétaux.

Chaque culture a, à l'égard du pH, une sensibilité spécifique qui procède de sa sensibilité à l'excès ou au manque de certains oligo-éléments. Par exemple, un pH < 5,5 peut entraîner une accumulation phytotoxique d'éléments nutritifs comme le manganèse et le fer chez le tagète et le géranium. Chez d'autres espèces, comme l'azalée et l'hydrangée, un pH bas est nécessaire pour assurer l'absorption maximale de fer et d'aluminium qui est essentielle à la bonne coloration des feuilles et des fleurs. Un pH de 5,5–6,5 est considéré optimal pour la plupart des espèces cultivées dans des substrats constitués de matière organique à plus de 50 %. Le tableau 2–3, *Fourchettes de pH optimales pour différentes cultures*, indique les cultures qui requièrent des fourchettes de pH optimales très précises.

TABLEAU 2–3. Fourchettes de pH optimales pour différentes cultures

Culture	Fourchette optimale
Tagète, géranium, célosie, lis de Pâques	6,0–6,6 (+/- 0,2)
Pensée, pétunia, mufler, pervenche, sauge, hydrangée bleue	5,4–5,8
Azalée	4,8–5,4

Autres facteurs dont il faut tenir compte :

- Les cultures sensibles à un pH faible, comme le géranium et le tagète, demandent un pH légèrement plus élevé.
- Les cultures comme le chrysanthème en pots, qui ont tendance au bout d'un certain temps à élever le pH, doivent avoir un pH bas au début de leur culture.
- Le stade phénologique de la culture doit être pris en compte. À la floraison, le pH n'est souvent pas aussi important qu'il l'est au début de la croissance.
- Les engrais utilisés agissent aussi sur le pH de la solution nutritive et du substrat. Consulter l'étiquette de

l'engrais complet utilisé pour savoir s'il est acidifiant ou alcalinisant. L'acidité potentielle d'un engrais est indiquée par le nombre de kg de chaux calcique par tonne d'engrais. Si l'engrais a une action alcalinisante, l'étiquette doit indiquer son alcalinité potentielle.

À cause de la teneur en bicarbonates et de l'utilisation de substrats artificiels, la plupart des producteurs corrigent maintenant le pH de l'eau d'irrigation à l'aide d'acide phosphorique, nitrique ou sulfurique.

Correction du pH

Eau d'irrigation

Pour bien des petits producteurs, la meilleure façon de procéder est d'injecter l'acide à l'aide d'injecteurs d'engrais. Ils doivent cependant s'assurer que l'injecteur est conçu pour les acides. D'autres producteurs préfèrent installer des sondes à pH en ligne (dans le réseau d'irrigation) qui commandent un doseur à acide. Les deux méthodes donnent de bons résultats. Le tableau 2–4, *Volume d'acide nécessaire pour neutraliser 61 ppm de HCO_3^- (1 mmol/L) par 100 000 L d'eau*, indique les doses d'acide nécessaires.

Il est recommandé de laisser environ 60 ppm de bicarbonates dans l'eau d'irrigation, pour faire tampon et pour parer à d'éventuelles erreurs légères dans les calculs ou les dosages. Si le niveau initial de bicarbonates est de 240 ppm, il faut neutraliser environ 180 ppm, et donc multiplier par trois la quantité d'acide indiquée dans le tableau 2–4.

Pour chaque mmol de bicarbonate/L qui est neutralisé par un acide, on doit ajouter à la solution :

- 14 ppm d'azote (sous forme de nitrate), si l'on utilise l'acide nitrique;
- 31 ppm de phosphore (soit 71 ppm P_2O_5), si l'on utilise l'acide phosphorique;
- 16 ppm de soufre (soit 48 ppm de sulfates), si l'on utilise l'acide sulfurique.

TABLEAU 2–4. Volume d'acide nécessaire pour neutraliser 61 ppm de HCO_3^- (1 mmol/L) par 100 000 L d'eau

Acide	Densité relative (kg/L)	Volume d'acide (L)
Phosphorique (85 %)	1,7	6,8
Nitrique (67 %)	1,5	6,6
Sulfurique (93 %)	1,8	2,8

Substrats

Si le pH est trop bas, appliquer une ou plusieurs des mesures suivantes :

Mélanges artificiels (culture hors-sol):

- Cesser d'acidifier l'eau d'irrigation.
- Fertiliser avec un engrais à action alcalinisante (riche en azote des nitrates).
- Utiliser une solution-mère de bicarbonate de potassium (100–200 kg/1 000 L), qui sera diluée à 1:100. La solution-fille doit avoir une CÉ d'environ 1,5–2,0 mS/cm.
- Si l'on utilise de la chaux, la quantité à ajouter dépend du type d'ingrédients du substrat et de leurs proportions. La mousse de sphagnum (pH de 3,5–4,5) et l'écorce (pH de 4,0) sont acides. La quantité de chaux nécessaire pour neutraliser la mousse de sphagnum et la faire passer d'un pH de 3,5 à 5,5 est d'environ 6–7 kg par m³ de mousse de sphagnum. Les mélanges artificiels comportent souvent des matériaux alcalins de type argile cuite, notamment le Haydite et le Crackpot, ou du sable. On diminue normalement la quantité de chaux quand on utilise des additifs argileux à pH élevé. On doit vérifier le pH après la préparation du substrat mais avant les semis ou repiquages. Le pH d'un substrat humide fraîchement préparé continuera de s'élever pendant une dizaine de jours.

Sol

- Pour élever le pH de 1 point, utiliser 4,8 kg de chaux par 100 m².
- Pour un sol riche en argile ou en matière organique, augmenter d'environ 25 % la quantité recommandée.
- De deux à trois semaines après le chaulage, vérifier le pH du sol pour voir s'il est au niveau souhaité. Plus la chaux est fine, plus elle réagit rapidement avec le sol.
- La vitesse d'élévation du pH est aussi influencée par la température, l'humidité et l'aération du sol. L'élévation est plus rapide dans les sols ou substrats artificiels qui sont chauds, humides et bien aérés.
- L'utilisation de chaux hydratée dans les serres comporte certains inconvénients graves, car la chaux réagit très activement et très rapidement. Comme il est difficile de répartir cette chaux dans le sol, son utilisation est très limitée. On s'en sert quand même pour répondre en partie aux besoins en chaux des substrats

sans sol afin que le pH puisse être modifié rapidement et que le substrat puisse servir à la culture.

Si le pH du sol ou du substrat est trop élevé, on peut l'abaisser mais ce n'est pas simple. Une ou plusieurs des méthodes suivantes peuvent y contribuer :

- Augmenter l'acidité de l'eau d'irrigation. Habituellement, il n'y a pas de danger à abaisser le pH de la solution nutritive à 5,2 ou 5,4, en y maintenant une concentration de 30–60 ppm de bicarbonates (voir plus haut).
- Cesser d'utiliser des engrais à réaction alcalinisante, comme le nitrate de calcium.
- Utiliser plus d'engrais à base d'ammonium.
- Arroser abondamment le sol à l'aide d'une solution renfermant 5 kg de sulfate de fer/1 000 L d'eau. Ne pas oublier de rincer légèrement le feuillage immédiatement après ce traitement pour éviter qu'il ne brûle.
- Utiliser du soufre à raison de 15 kg d'unités élémentaires par 1 000 L d'eau. Ce traitement met de 3 à 4 semaines à faire effet.

Voir aussi le tableau 2–5, *Correction du pH du sol*.

TABLEAU 2–5. Correction du pH du sol

Matériau	kg/100 m ² pour abaisser le pH de 0,5 à 1 unité*	Vitesse d'abaissement du pH
Soufre microfin	2,5	Lente
Sulfate d'aluminium	15	Rapide
Sulfate de fer	15	Moyenne

* Doses pour sols légers à moyens. Pour les sols plus lourds renfermant davantage de matière organique, augmenter la dose d'un tiers. Les doses par m³ de terreau d'empotage correspondent à la moitié des doses recommandées ci-dessus.

Substrats artificiels (culture hors-sol)

Les substrats à base d'ingrédients artificiels se sont substitués, depuis bientôt une vingtaine d'années, aux mélanges à base de terre ou de terreau. Qu'ils soient destinés à la croissance, à la multiplication, à la culture en contenant, à la culture sur banquettes ou même à la production de fleurs coupées, les substrats contiennent de moins en moins de terre proprement dite et de plus en plus d'ingrédients artificiels. Les mélanges artificiels sont vendus soit prêts à l'emploi en sacs, en balles ou en vrac, soit sous forme d'ingrédients à mélanger.

Pourquoi utiliser des substrats artificiels?

Voici les avantages que présentent les substrats artificiels par rapport aux terreux traditionnels :

- La qualité est uniforme et constante d'un lot à l'autre.
- La plupart des substrats sont considérés comme exempts de maladies et d'insectes, ce qui réduit les besoins et les coûts de pasteurisation.
- Ils sont moins susceptibles que les mélanges à base de terre des champs d'être contaminés par des résidus d'herbicides.
- Les ingrédients artificiels sont faciles à se procurer et la plupart sont plus légers que la terre.
- Les substrats artificiels ont une plus grande porosité et retiennent plus d'eau que les mélanges à base de terre.

Rôles d'un bon substrat

Un bon substrat doit remplir quatre rôles fondamentaux :

- fournir le milieu nécessaire à l'ancrage du système racinaire;
- emmagasiner l'eau destinée à être absorbée par les racines;
- offrir un milieu-tampon pour les éléments nutritifs qui seront absorbés par les racines;
- fournir l'oxygène (par ses interstices remplis d'air) nécessaire à la respiration des racines.

Ingrédients courants

Mousse de sphaigne

Il s'agit de l'un des matériaux les plus largement utilisés, en raison de ses caractéristiques physiques et de son prix. La mousse de sphaigne est une plante primitive qui pousse dans les tourbières. Tandis que la partie aérienne de la plante continue de pousser, la partie souterraine meurt et se décompose en tourbe. Les feuilles de mousse sont composées de cellules vivantes qui peuvent contenir de la chlorophylle ou non, de même que des cellules de « sphaigne » mortes qui contiennent de l'eau et de l'air. Les cellules de sphaigne mortes ont ceci de particulier qu'elles absorbent et véhiculent l'eau. Leurs parois lignifiées les empêchent de s'effondrer lorsqu'elles s'assèchent. L'eau contenue dans ces cellules est absorbée par capillarité. Du fait de leur tensio-activité et de leur charge généralement négative, les cellules des feuilles et des tiges sont capables d'adsorber les éléments nutritifs (p. ex. les ions positifs) à la manière des particules d'argile. Les éléments nutritifs

peuvent aussi être absorbés dans les cellules de sphaigne sous forme d'ions dissous dans l'eau.

Une tourbière de mousse de sphaigne présente une couche superficielle, une couche moyenne et une couche profonde. À cause du mode de croissance de la mousse de sphaigne, la mousse la plus vieille, la plus décomposée, se trouve au fond. Elle est de couleur plus sombre et est faite des particules les plus fines. La couche superficielle est plus jaunâtre et de texture plus grossière. Plus la mousse est grossière, plus son poids volumique apparent est faible, plus les interstices sont grands et plus sa capacité de rétention d'eau est faible (par unité de volume).

La méthode de récolte de la mousse joue un rôle important dans la répartition de la taille des particules. La récolte peut se faire par aspiration ou par blocs. La récolte par aspiration consiste à fragmenter la surface de la tourbière, à la laisser sécher et à aspirer les fragments. La récolte en blocs consiste à prélever la mousse par gros morceaux qu'on laisse sécher pendant l'hiver. Le printemps suivant, on effrite les blocs et on emballe le produit. La récolte en blocs de la mousse donne un produit plus grossier que la récolte par aspiration.

La capacité d'échange cationique (CÉC) donne une indication de la quantité de cations qui peuvent être adsorbés par unité de poids et de la façon dont leur assimilation par les végétaux sera régulée (tamponnée). En raison de sa forte CÉC, la mousse de sphaigne constitue une bonne réserve d'éléments nutritifs et un bon milieu-tampon. La mousse de sphaigne pure, toutefois, contient très peu d'éléments nutritifs, comme le montre la conductivité électrique mesurée sur extrait de substrat saturé ($CE < 0,5 \text{ mS/cm}$).

En raison de son pH naturellement bas (3,5–4,5), la mousse de sphaigne est considérée comme exempte d'organismes pathogènes actifs, bien qu'elle puisse receler des spores dormantes ou des graines de mauvaises herbes. Certaines personnes prêtent à la mousse de sphaigne des propriétés antifongiques.

Le coût modique de la mousse de sphaigne par unité de volume en fait l'un des ingrédients les plus utilisés dans les mélanges. Normalement, les mélanges commerciaux et ceux que les producteurs préparent eux-mêmes renferment de 50 à 100 % de mousse de sphaigne. La mousse de sphaigne que l'on trouve sur le marché en Ontario a été comprimée. Elle prend de 40 à 60 % d'expansion selon le degré de compactage.

Vermiculite

La vermiculite est un produit apparenté au mica qui a été expansé par exposition à une très haute température (900 °C). Ce matériau peut être comparé aux particules d'argile, sauf qu'il a perdu ses capacités de gonfler et de rétrécir. Il possède une capacité d'échange cationique (CÉC) élevée, semblable, à poids égal, à celle de la mousse de sphaigne, et une très forte concentration d'ions potassium et magnésium. La vermiculite améliore la porosité non capillaire du substrat, lui procure une meilleure structure (ce qui réduit son rétrécissement) et en facilite la réhumidification. Elle peut également absorber de l'eau à l'intérieur, entre les plaquettes. Son pH est voisin de la neutralité et son poids volumique apparent de 80–100 kg/m³. On trouve en général trois types de vermiculite sur le marché, selon la taille des particules : grossière, fine et ordinaire. La vermiculite est extraite de mines situées dans l'État de Washington et en Afrique du Sud.

Perlite

La perlite est un silicate d'aluminium d'origine volcanique qui a été porté à environ 1 000 °C. Constituée de cellules fermées, remplies d'air, elle ressemble à du maïs éclaté. L'eau est absorbée principalement à la surface des particules et, dans une moindre mesure, à l'intérieur. Ce matériau inerte est surtout ajouté au substrat pour en améliorer l'aération et le drainage ainsi que la stabilité structurale. Son pH est d'environ 7,0 tandis que sa CÉC est négligeable. Son poids volumique apparent est semblable à celui de la vermiculite ou de la mousse de sphaigne, soit environ 100 kg/m³.

Fibre de coco

La fibre de coco est la moelle de la fibre grossière qui constitue un sous-produit de l'extraction des longues fibres de lignine de l'enveloppe externe du fruit. Avant sa transformation en des produits destinés à l'horticulture, la fibre de coco est en général lavée à l'eau claire afin de la débarrasser de l'excédent d'ions sodium et d'ions chlorures. La fibre de coco possède une forte capacité de rétention d'eau (8–9 fois son poids sec). Elle possède d'excellentes propriétés mouillantes et une forte capacité d'échange cationique. Son pH oscille en général autour de 5,7 et 6,5. Avant d'utiliser la fibre de coco, les producteurs devraient toujours s'assurer qu'elle a été suffisamment lavée en vérifiant la CE d'un échantillon de chaque chargement. La fibre de coco est offerte sous forme soit de briques comprimées de 1 L qui représentent 8–9 L de matière décomprimée, soit de fragments ou de plaques de 1 m conditionnées dans des manchons de plastique aux fins de la production de légumes de serre. Les briques comprimées qui ne prennent pas l'expansion voulue

quand on les mouille devraient être jetées. À l'heure actuelle, la fibre de coco sert à la production de cultures de fleurs coupées de longue durée comme le gerbera et la rose cultivés en contenants ou dans des rigoles.

Laine de roche

La laine de roche est le produit du filage de roches basaltiques et calcaires en fusion. Il en existe deux formes : la laine de roche liée et la laine de roche granulaire. La matière de base est stérile et dépourvue de CÉC ou d'un teneur appréciable en sels solubles. La laine de roche liée est débitée en panneaux de 15 ou 20 cm de large, de 7,5–10 cm d'épaisseur et de 90–200 cm de long. Elle sert principalement à la culture de légumes de serre (tomate, concombre et poivron) ou de fleurs coupées (rosier, gerbera). On peut l'acheter avec ou sans feuille de plastique. Les panneaux renferment un liant destiné à en assurer la stabilité et un agent mouillant qui facilite l'absorption et la répartition de l'eau. La laine de roche granulaire ne contient ni liant ni agent mouillant et existe en trois qualités granulométriques (fine, moyenne, grossière). Les substrats contenant de la laine de roche granulaire sont plus poreux et retiennent mieux l'eau; ils sont plus faciles à réhumidifier lorsqu'on les a laissés déshydrater. La laine de roche sert actuellement à la production de fleurs coupées de longue durée, comme la rose et le gerbera, et de légumes de serre.

On fabrique aussi la laine de roche à partir des scories de sidérurgie. Ce matériau, souvent appelé laine minérale, a généralement un pH relativement plus élevé (7–8) et des niveaux d'oligo-éléments plus élevés que la laine de roche.

Copeaux de polystyrène

Il s'agit d'un sous-produit de la fabrication des panneaux de polystyrène. C'est un matériau inerte à CÉC négligeable et à pH voisin de la neutralité. Il joue le même rôle dans le substrat que la perlite, sauf qu'il n'absorbe pas l'eau en surface. Son poids volumique apparent est de 25 kg/m³. Il ne peut pas être pasteurisé, car il rétrécit. Les copeaux ont tendance à flotter à la surface du pot et peuvent poser un problème dans les systèmes avec sub-irrigation et recyclage de la solution. L'homogénéité du substrat peut aussi laisser à désirer à cause de la tendance des copeaux à se séparer des autres ingrédients.

Turface®

Il s'agit d'une argile cuite à pH neutre (7,0). Comme son poids volumique apparent est de 750 kg/m³ et que sa CÉC est élevée, dans le cas de la catégorie ordinaire, on l'utilise pour accroître le poids et le pouvoir tampon du substrat. Sa CÉC est à peu près égale à celle de la vermiculite.

Haydite®

Il s'agit d'un schiste expansé par un traitement à 1 200 °C. Son poids volumique apparent est d'environ 800 kg/m³ selon la granulométrie et la catégorie, et son pH est élevé (8,5–9,5). On en trouve plusieurs catégories différant par le calibre des particules. La capacité neutralisante de ce produit doit être prise en compte lorsqu'on l'utilise en quantités appréciables.

Gro-Bark®

L'écorce compostée peut contribuer à éliminer des substances toxiques et des phytopathogènes. Il faut généralement trois mois pour composter l'écorce de bois dur, tandis qu'il faut environ 1 ½ mois pour composter l'écorce de bois tendre. Avant le compostage, on ajoute généralement de l'azote à raison de 1 kg et 0,5 kg/m³ pour l'écorce de bois dur et l'écorce de bois tendre respectivement. Gro-Bark est un mélange commercial d'écorce de pin vieillie et de bran de scie qui a subi un compostage naturel pendant 10 à 40 ans. Son pH varie de 4,5 à 6,5 et sa teneur en sels est faible. Vendu en vrac uniquement, il sert généralement à pailler les allées, à amender le substrat des plants de pépinières élevés en contenant ou à remplacer la mousse de sphagnum.

Grow-Rich®

Grow-Rich est un matériau composté issu de boues de papeteries et d'autres matériaux organiques (fumiers, bran de scie et rafles de maïs). Son poids volumique apparent est d'environ 400 kg/m³, et la taille la plus courante de ses particules oscille entre 3 et 6 mm. Son pH varie entre 5,5 et 6,5. Sa teneur en sels solubles se situe autour de 1,5–2,0 mS/cm, mesurée sur extrait de substrat saturé. Par conséquent, le mélange d'empotage final ne doit pas contenir plus de 25 % de ce matériau.

Turricules

Sous-produit de l'élevage des lombrics (vers de terre), ce matériau est riche en matière organique et sa structure est stable. Son pH est de 6,0–7,5 et sa teneur en sels solubles se situe entre 1,0 et 1,5 mS/cm. Son poids volumique apparent est d'environ 200 kg/m³. Utiliser ce produit dans un substrat, avec modération (moins de 25 % du volume), pour améliorer la stabilité structurale et la porosité. Ce matériau est quelque peu hydrophobe, il peut contenir beaucoup de graines de mauvaises herbes et est assez coûteux.

Sable

Même si, sur le plan technique, il s'agit d'un type de sol, le sable est assez souvent incorporé dans des substrats artificiels à la seule fin de les léster. Il est en effet à peu près 15 fois plus lourd que les autres principaux composants

(mousse de sphagnum, perlite et vermiculite). L'utilisation de sable comporte néanmoins certains inconvénients :

- son action abrasive sur les autres ingrédients réduit les interstices remplis d'air, si le malaxage est trop long;
- il est susceptible d'être infesté de phytopathogènes et doit donc être pasteurisé.

En revanche, le sable (tout comme la terre) améliore la capacité d'humidification du mélange. Selon sa source en Ontario, le sable possède souvent un pH élevé (environ 8,5), ce qui indique la présence de carbonates de calcium libres. Lorsqu'on utilise du sable, on doit tenir compte de sa capacité neutralisante.

Caractéristiques physiques d'un substrat artificiel

Un substrat artificiel, tout comme le sol, comporte trois grandes composantes : air, particules solides et eau. Les interstices ou espaces lacunaires remplis d'air sont nécessaires pour oxygéner les racines, assurer la nitrification et permettre une certaine activité microbienne. Les interstices d'un mélange complètent la portion eau, étant donné que l'air y remplace l'eau quand elle a été absorbée par les racines. Le rapport air-eau d'un mélange est déterminé par la taille des particules solides. Après un arrosage, l'air pénètre dans un mélange grossier plus rapidement que dans un mélange plus fin, mais il ne s'y répartit pas toujours uniformément. Par conséquent, un mélange grossier comporte relativement plus d'interstices remplis d'air et moins d'interstices remplis d'eau qu'un substrat plus fin. Le manque d'air peut poser un problème lorsqu'on utilise un mélange à texture fine durant les périodes de l'année où la luminosité est faible. Un autre facteur qui influence le rapport air-eau est la hauteur du pot; plus le pot est haut, plus le rapport air-eau est grand, surtout dans le haut du pot.

Dans un substrat artificiel qui vient d'être arrosé, l'eau peut occuper jusqu'à 75 % du volume, les solides 5 à 10 % et l'air 15 à 20 %. Par contre, dans un substrat à base de terre, les solides occupent 50 % du volume, le reste étant divisé en air et eau. À cause de cette différence majeure, on doit conduire les cultures différemment sur un substrat artificiel. Le poids volumique apparent de la plupart des substrats artificiels est d'environ 100–200 kg/m³. Le rétrécissement du substrat pose certaines difficultés à cause non seulement du changement des caractéristiques physiques, mais aussi à cause du volume requis dans un pot de grosseur donnée. La mousse de sphagnum et la laine de roche sont deux matériaux qui rétrécissent. En ajoutant au substrat une composante qui renforce

la structure comme la perlite ou la vermiculite, ou en tassant le substrat au moment du remplissage des pots, on peut réduire le rétrécissement.

Voir aussi le tableau 2-6, *Exemple d'un substrat artificiel avec amendements*.

Préparation d'un substrat artificiel

Voici les points à considérer au moment de préparer un substrat artificiel :

- capacité de rétention d'eau;
- porosité non capillaire;
- biodisponibilité des éléments nutritifs;
- pouvoir tampon;
- poids;
- prix.

TABLEAU 2-6. Exemple d'un substrat artificiel avec amendements

Ingrédients	Pourcentage (par unité de volume)
Mousse de sphagne	50-60 %
Vermiculite, perlite, polystyrène, écorce, laine de roche granulaire	20-40 %
Turface®, Haydite®, sable	10-20 %
Amendements	Quantité/m³ de mélange
Chaux (dolomitique, fine)	3,5 kg
Superphosphate	1,5 kg
Nitrate de potassium (12-0-44) ou nitrate d'ammonium (34-0-0)	1,0/0,4 kg
Oligo-éléments	0,25-0,5 kg
Agent mouillant	100 mL

Le principal constituant de la plupart des substrats artificiels est la mousse de sphagne, grâce à ses caractéristiques très favorables à la croissance. La qualité de la mousse de sphagne est importante étant donné qu'elle est le principal ingrédient. Une mousse grossière renferme plus d'interstices naturels et peut entrer dans un mélange en plus forte proportion. Une mousse plus fine, comportant moins d'interstices, doit être en moins grande proportion dans le mélange final. Pour aérer le mélange et le structurer (qu'il rétrécisse moins), il est bon d'utiliser l'un ou plusieurs des ingrédients suivants : vermiculite, perlite, laine de roche granulaire ou copeaux de polystyrène. La vermiculite et la laine de roche sont d'excellents matériaux, car ils augmentent la capacité de rétention d'eau ainsi que le pouvoir de réhumidification du mélange. On ajoute un troisième ingrédient (Turface®, Haydite® ou

sable) pour ajouter du poids au mélange et augmenter son pouvoir tampon et/ou sa porosité.

On ajoute de la chaux (3,5 kg/m³ de mélange) pour porter le pH du mélange à un niveau acceptable (sur la base d'un mélange contenant 50 % de mousse de sphagne). La quantité de chaux indiquée ne tient pas compte de l'effet neutralisant que peuvent avoir d'autres ingrédients (comme le Haydite® et le sable) ni de l'effet acidifiant de certains engrais (nitrate d'ammonium). Une fois qu'on a préparé le mélange et qu'on l'a arrosé, il faut parfois une semaine pour que son pH se stabilise.

Lorsqu'on emploie de la chaux calcique, il faut faire un apport de magnésium sous forme de sels d'Epsom (0,5 kg/m³). On ajoute du superphosphate pour l'apport en phosphore, en soufre et en calcium. S'il faut ajouter de l'azote et/ou du potassium, on utilise du nitrate de potassium (12-0-44) à raison de 0,5-1,0 kg/m³ ou du nitrate d'ammonium (34-0-0) à raison de 0,3-0,5 kg/m³. L'ajout d'azote doit correspondre à environ 0,25-0,50 g d'azote par pot de 15 cm. Dans certains cas, on peut utiliser du nitrate de calcium comme source d'azote à raison de 0,5 kg/m³. On peut ajouter les éléments en traces, Fe, Cu, B, Zn et Mn, en employant un mélange d'oligo-éléments comme Nutritrace. Un réactif non ionique comme l'Aqua-Grow® ou l'Agral-90 constitue un agent mouillant convenable. Il faut dissoudre l'agent mouillant dans l'eau tiède et le pulvériser sur le mélange pour assurer une répartition uniforme. Parfois, une combinaison d'oligo-éléments et d'agent mouillant est offerte sous forme granulaire. Pour des raisons pratiques, bien des producteurs font mélanger au préalable les amendements par leur fournisseur de fertilisant. La plupart des ingrédients peuvent être mélangés quand ils sont secs. On peut utiliser des mélangeurs mécaniques à vis ou à tambour, mais en limitant le temps de malaxage des composants pour ne pas les pulvériser. Ajouter de l'eau pendant le mélange des ingrédients pour prévenir la formation de poussière et aider à stabiliser les particules.

Caractéristiques chimiques d'un substrat artificiel

Une fois qu'un substrat est préparé, on doit toujours vérifier sa teneur en sels solubles (CÉ) et son pH. La mesure de la CÉ de la solution donne un indice de la valeur nutritive du mélange, tandis que la mesure du pH joue un rôle clé en déterminant la biodisponibilité des éléments nutritifs (voir la rubrique *Conductivité électrique*, p. 19). Le pH optimal pour les substrats artificiels organiques se situe autour de 5,5 (± 0,5). Ce niveau contraste avec le pH de 6,5 qui est recommandé pour les mélanges à base

de terre ou de terreau. Dans les mélanges renfermant de la mousse de sphaigne, un pH élevé (supérieur à 6,5) peut entraîner une carence en fer, en manganèse, en bore, en cuivre, en zinc et en phosphore, tandis qu'un pH qui se situe entre 5,0 et 5,5 peut provoquer une carence en molybdène (surtout chez le poinsettia). L'ajout de nitrate d'ammonium (34-0-0) à raison de 400 g/m³ peut abaisser le pH d'environ 0,5.

Mélanges prêts à l'emploi

La plupart des mélanges commerciaux ont été mis à l'épreuve et donnent de bons résultats si les cultures sont bien conduites. Pour comparer leurs prix avec ceux des mélanges maison, il faut faire entrer en ligne de compte, outre le prix des ingrédients, les coûts liés à la confection du mélange, à l'équipement, à l'entreposage et à la main-d'œuvre. Les exploitations de petite taille utilisent habituellement des mélanges déjà préparés. Certains fabricants acceptent de préparer des mélanges selon les spécifications du producteur. En règle générale, les mélanges commerciaux contiennent les deux premiers ingrédients principaux (voir le tableau 2-6, p. 27), mais non le troisième (Turface® ou sable). La plupart ont un pH de 5,5 à 6,0 et une CÉ de 1,2 à 1,8 mS/cm (mesures prises sur extrait du mélange saturé), tandis que la capacité de rétention d'eau est d'environ 70 % du volume (mesurée à l'aide d'un pot de 15 cm de diamètre qu'on a totalement saturé puis laissé s'égoutter).

Composts

Certains producteurs peuvent décider d'utiliser des produits de compostage dans leur substrat artificiel. Les composts peuvent contenir des champignons et des bactéries antagonistes (qui attaquent les agents de certaines maladies des plantes) ainsi que des micro-organismes bénéfiques (comme les bactéries nitrifiantes). Certains fournisseurs vendent en vrac, à coût relativement intéressant, des composts faits d'assortiments de sous-produits organiques. Ces composts peuvent donner de bons résultats comme amendements, mais il est conseillé d'en vérifier le pH et la teneur en sels solubles avant de les utiliser.

Problèmes courants posés par les substrats artificiels

Un malaxage trop long des ingrédients d'un substrat artificiel a un effet abrasif sur les particules et détériore la structure du substrat. En règle générale, un malaxage de 3-5 minutes à 12-14 tr/min suffit.

La réhumidification d'un substrat qu'on a laissé déshydrater est possible, quoique difficile. On peut soit faire

plusieurs arrosages légers ou des arrosages abondants, soit ajouter un agent mouillant à l'eau, à raison d'environ 1 mL/L d'eau tiède. Normalement, on ajoute l'agent mouillant au moment de mélanger les ingrédients. Un substrat auquel on ajoute de la laine de roche granulaire ou de la vermiculite se réhumidifie plus rapidement après un assèchement prononcé. Si on a utilisé une dose excessive d'agent mouillant (2-3 fois la dose recommandée, par exemple), les plantes ne développent que quelques racines longues et fines ou des racines qui n'arrivent pas pénétrer dans le substrat. Il peut en résulter une chétivité générale des plants, chez les espèces sensibles, dont l'impatiens, le bégonia et le concombre.

La prolifération des algues à la surface peut nuire à la levée des plantules et à la pénétration de l'eau dans le sol et/ou contribuer à nourrir les mouches des terreaux. Certains fongicides peuvent réduire la prolifération d'algues. À mesure que les plants se développent, la surface du substrat reçoit de moins en moins de lumière, ce qui freine la croissance des algues. L'Agribrom ajouté à l'eau d'irrigation à raison de 5-10 ppm de brome résiduel contribue à combattre ou à prévenir la croissance des algues. Une eau d'irrigation exempte d'algues contribue également à régler le problème.

Les niveaux optimaux d'éléments nutritifs sont souvent plus élevés que dans un substrat à base de terre. Par conséquent, il est important de veiller à ce que la culture soit bien fertilisée. La teneur en sels solubles peut atteindre sans danger environ deux fois celles des mélanges à base de terre.

Les symptômes d'une carence en magnésium se manifestent rapidement sur des cultures comme la tomate et le chrysanthème étant donné que cet élément n'est pas inclus dans la plupart des engrais « complets » hydrosolubles traditionnels. Une incorporation en préplantation ou des apports séparés de sels d'Epsom (sulfate de magnésium) ou de nitrate de magnésium peut contribuer à prévenir le problème.

Rôle des éléments nutritifs dans la croissance des plantes

On peut diviser les éléments nutritifs en macro-éléments et en oligo-éléments selon la quantité requise par les plantes. Voir le tableau 2-7, *Macro-éléments et oligo-éléments dans les végétaux*, p. 29. Le tableau montre aussi la forme sous laquelle l'élément est assimilé par la plante et sa mobilité à l'intérieur de celle-ci.

TABLEAU 2-7. Macro-éléments et oligo-éléments dans les végétaux

Éléments	Forme	Mobilité
Macro-éléments		
Carbone (C)	Dioxyde de carbone (CO ₂)	M
Hydrogène (H)	Eau (H ₂ O)	M
Oxygène (O)	CO ₂ , H ₂ O	M
Azote (N)	Ammonium (NH ₄ ⁺), nitrate (NO ₃ ⁻)	M
Phosphore (P)	Phosphate de dihydrogène (H ₂ PO ₄ ⁻)	M
Potassium (K)	Potassium (K ⁺)	M
Calcium (Ca)	Calcium (Ca ²⁺)	I
Magnésium (Mg)	Magnésium (Mg ²⁺)	M
Soufre (S)	Sulfate (SO ₄ ²⁻), dioxyde de soufre (SO ₂)	M
Sodium (Na)	Sodium (Na ⁺)	N/C
Silice (Si)	H ₄ SiO ₄	N/C
Oligo-éléments		
Fer (Fe)	Ions ferreux (Fe ²⁺), ions ferriques (Fe ³⁺)	I
Manganèse (Mn)	Ions manganèse (Mn ²⁺)	I
Cuivre (Cu)	Ions cuivre (Cu ²⁺)	I
Zinc (Zn)	Ions zinc (Zn ²⁺)	I
Molybdène (Mo)	Ions molybdate (MoO ₄ ²⁻)	M
Bore (B)	Acide borique (H ₃ BO ₃)	I
Chlore (Cl)	Chlore (Cl ⁻)	M
Aluminium (Al)	Aluminium (Al ³⁺)	M

M = mobile, I = immobile, N/C = non connue

Deux grands facteurs influencent la teneur en minéraux d'une plante. Le premier est d'ordre génétique; il explique pourquoi les teneurs en N et en K de nombreuses plantes (46 %) sont à peu près dix fois plus élevées que les teneurs en P et en Mg, qui, à leur tour, sont 100–1 000 fois plus élevées que la teneur en la plupart des oligo-éléments.

Le second facteur est la biodisponibilité des éléments nutritifs dans le substrat et la capacité de la plante à les absorber. Dans la pratique, c'est le seul facteur sur lequel il est possible d'agir. Jusqu'à un certain point, la teneur en éléments nutritifs d'une plante augmente de pair avec la teneur en éléments nutritifs du substrat. Au-delà de ce niveau optimal, il n'y a aucun avantage à attendre d'une augmentation supplémentaire de la biodisponibilité.

Absorption et diffusion des éléments nutritifs

Macro-éléments

En général, tous les macro-éléments, à l'exception du calcium, sont mobiles à l'intérieur de la plante. Les éléments nutritifs mobiles peuvent être véhiculés par le xylème et par le phloème jusqu'aux organes qui en ont le plus besoin, habituellement les pousses, les fleurs ou les bractées en croissance.

- **Carbone** — assimilé essentiellement sous forme de CO₂ par les stomates des feuilles. Il est par la suite transformé en matière organique sous l'effet de la photosynthèse. Dans une moindre mesure, le carbone peut aussi être assimilé sous forme de bicarbonate (HCO₃⁻) à partir de la solution nutritive.
- **Hydrogène** — l'eau, principale source de H⁺, est absorbée par les poils absorbants.
- **Oxygène** — est assimilé sous forme de CO₂ pendant le jour et sous forme d'oxygène dissous dans l'eau par les racines.
- **Azote** — les deux formes, NH₄⁺ et NO₃⁻, peuvent être absorbées par les racines et métabolisées par les plantes. La vitesse d'assimilation du NO₃⁻ est habituellement supérieure à celle du NH₄⁺. Toutefois, cette vitesse dépend en grande partie du pH. L'assimilation de NH₄⁺ est favorisée par un substrat neutre et décroît lorsque le pH s'abaisse. L'inverse se produit pour le NO₃⁻. Des concentrations élevées de glucides dans la plante (l'été, par exemple) favorisent l'assimilation du NH₄⁺. À l'intérieur du xylème, l'azote est transporté sous forme de nitrate et d'acides aminés.
- **Phosphore** — le gros du P est assimilé activement (à partir des concentrations très faibles qui se trouvent dans le sol jusqu'aux niveaux élevés qu'on trouve dans le xylème) sous forme de H₂PO₄⁻.
- **Potassium** — est prélevé, souvent activement, sous forme de K⁺, et est mobile dans la plante.
- **Calcium** — est absorbé passivement (à partir des concentrations élevées dans le sol jusqu'aux faibles concentrations qu'on trouve dans la plante) sous forme de Ca²⁺. Le calcium qui se trouve dans la sève du xylème est transporté vers le haut, entraîné par le mouvement imprimé par la transpiration. Son déplacement dépend donc de la vitesse de transpiration et par conséquent

de l'humidité (ou du déficit de tension de vapeur). L'assimilation est aussi favorisée par le NO_3^- . Dans la plante, le calcium n'est pas mobile.

- **Magnésium** — la compétition exercée par les autres cations (p. ex. potassium et ammonium) est importante dans la détermination de la vitesse d'assimilation du magnésium. Cet élément est assimilé passivement par le flux de transpiration et est mobile dans le xylème.
- **Soufre** — les plantes absorbent le soufre principalement sous forme de sulfate (SO_4^{2-}). L'assimilation peut se faire activement.

Oligo-éléments

Tous les oligo-éléments sont foncièrement immobiles. Ils peuvent être absorbés par les racines et transportés par le flux de la transpiration vers les différents organes de la plante. Par contre, la plante ne peut pas mobiliser les oligo-éléments qui se trouvent dans ses tissus pour les envoyer vers d'autres organes qui en auraient besoin.

- **Fer** — l'assimilation est influencée par la vitesse du métabolisme de la plante ainsi que par la présence d'autres cations comme le manganèse (Mn^{2+}) et le cuivre (Cu^{2+}). L'assimilation du fer est freinée par un pH élevé, des dommages aux racines et de fortes concentrations de phosphate, de manganèse, de bore et de calcium; elle est favorisée par une teneur élevée en ammonium (NH_4^+). Le fer (Fe^{3+}) ne passe pas d'une partie de la plante à l'autre.
- **Manganèse** — l'assimilation est influencée par le métabolisme de la plante (comme dans le cas du fer). Des températures du sol fraîches mènent à une faible activité métabolique et du coup à une assimilation réduite (rosiers dans les lits de plantation l'hiver, par exemple). Le manganèse est relativement immobile dans la plante. Les tissus jeunes sont habituellement riches en Mn^{2+} . La biodisponibilité du manganèse est améliorée par un pH faible.
- **Cuivre** — mêmes remarques que pour le fer et le manganèse. Le cuivre (Cu^{2+}) n'est pas très mobile à l'intérieur du plant, mais peut passer des feuilles plus vieilles vers des feuilles plus jeunes. On en trouve ordinairement de très faibles concentrations dans le plant comparativement à d'autres oligo-éléments.
- **Zinc** — les chercheurs sont divisés sur la question de savoir si l'assimilation du zinc (Zn^{2+}) est active ou passive, quoique la majorité d'entre eux la croit active. Le

zinc a une forte interaction avec le cuivre. Le zinc n'est pas très mobile à l'intérieur de la plante.

- **Molybdène** — on ne sait pas grand chose au sujet du molybdène (MoO_4^{2-}), si ce n'est que le poinsettia est l'une des rares espèces de plantes que l'on sait sensible à de faibles concentrations de cet élément. Le molybdène est important au fonctionnement d'une enzyme qui joue un rôle crucial dans le métabolisme de la plante.
- **Bore** — cet élément est probablement assimilé sous une forme non dissociée de l'acide borique (H_3BO_3) et suit le flux de l'eau absorbée par les racines. Il est immobile à l'intérieur de la plante et se concentre surtout dans les feuilles les plus vieilles. Les symptômes d'une carence en bore se manifestent aux extrémités de la plante et ceux d'une toxicité dans les vieilles feuilles.

Analyse des éléments nutritifs

Les laboratoires d'analyse accrédités de l'Ontario peuvent effectuer l'analyse de l'eau, des substrats et des tissus végétaux pour en connaître la teneur en éléments nutritifs; voir l'annexe C, p. 162.

Eau

L'eau non traitée utilisée pour l'irrigation doit contenir tous les principaux éléments nutritifs nécessaires aux plantes. On ne doit en rajuster les teneurs qu'à partir des résultats d'une analyse. L'analyse de l'eau indiquera également si la source d'eau est contaminée (mais *pas* par des microbes) ou si les concentrations d'ions spécifiques comme les fluorures (F^-) ou le bore (B) sont trop élevées. De plus, il faut connaître la concentration de bicarbonates pour être en mesure de calculer la quantité d'acide nécessaire à l'obtention d'un pH donné. Le tableau 2-8 (p. 31), *Concentrations maximales souhaitables de certains ions dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation des substrats artificiels (laine de roche, oasis, mousse de sphagnum ou fibre de coco) dans une serre*, indique les principaux éléments nutritifs nécessaires aux plantes et leur teneur souhaitable dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation.

TABEAU 2-8. Concentrations maximales souhaitables de certains ions dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation des substrats artificiels (laine de roche, oasis, mousse de sphaigne ou fibre de coco) dans une serre

Élément	Concentration maximale souhaitable (ppm)
Azote (NO_3^-)	5
Phosphore (H_2PO_4^-)	5
Potassium (K^+)	5
Calcium (Ca^{2+})	120
Magnésium (Mg^{2+})	25
Chlorure (Cl^-)	100
Sulfate (SO_4^{2-})	200
Bicarbonate (HCO_3^-)	30-60
Sodium (Na^+)	60
Fer (Fe^{3+} ou Fe^{2+})	5
Bore (B)	0,5
Zinc (Zn^{2+})	0,5
Manganèse (Mn^{2+})	1,0
Cuivre (Cu^{2+})	0,2
Aluminium (Al^{3+})	5
Molybdène (Mo)	0,02
Fluorure (F^-)	1
pH (H^+)	5,0-7,0

Voici quelques remarques générales concernant les divers éléments nutritifs :

- **N, P, K** — Bien qu'étant des éléments fertilisants, la présence d'azote, de phosphore et de potassium en concentrations élevées dans l'eau non traitée est un signe de contamination.
- **Ca^{2+} et Mg^{2+}** — Les concentrations maximales souhaitables indiquées ci-dessus comblent adéquatement les besoins nutritifs de la plupart des cultures. Des valeurs plus élevées n'entraînent pas nécessairement des réactions de toxicité, mais peuvent contribuer à rendre l'eau plus dure.
- **HCO_3^-** — La plupart des sources d'eau du sud de l'Ontario ont une teneur en bicarbonates supérieure à la fourchette indiquée. Les bicarbonates ne sont pas

très toxiques, mais des concentrations de 250 ppm et plus peuvent nuire à la croissance des plantes. Des niveaux élevés s'accompagnent d'un niveau d'alcalinité (pH) élevé, qui, avec le temps, peut élever le pH du substrat. Un autre inconvénient est la précipitation du calcium et/ou des carbonates de magnésium qui laisse des résidus sur les feuilles et encrasse les goutteurs du réseau d'irrigation. De fortes concentrations de bicarbonates se neutralisent à l'aide d'acide nitrique, phosphorique et sulfurique. Voir *Correction du pH*, p. 22.

- **Fe^{3+}** — Dans sa forme oxydée, le fer a une faible solubilité et peut donc facilement précipiter sous forme d'hydroxyde de fer amorphe qui encrasse les goutteurs du réseau d'irrigation. Dans les serres avec irrigation goutte-à-goutte, les teneurs supérieures à 0,25 ppm sont donc déconseillées.
- **B** — Le bore peut être assez toxique pour les plantes et doit être surveillé de près dans les substrats (moins de 0,5 ppm) ainsi que dans les systèmes où l'eau est recyclée (moins de 0,25 ppm).
- **Zn^{2+}** — Le zinc se retrouve dans les sources d'eau qui ont été en contact avec du métal galvanisé (l'eau de pluie provenant du toit de la serre lorsque les gouttières sont en métal galvanisé). Ici encore, les ions peuvent s'accumuler dans les réseaux de recirculation de l'eau.
- **Mn^{2+}** — Bien que le manganèse ne pose pas souvent problème, sauf sous des conditions particulières (pasteurisation à la vapeur), on croit qu'il est toxique à des concentrations élevées.
- **Cu^{2+}** — Les concentrations de cuivre peuvent dépasser 0,2 ppm si l'on se sert de substrat organique.
- **Al^{3+} , Mo, F⁻** — L'aluminium, le molybdène et les fluorures ne sont pas des éléments qu'on retrouve en fortes concentrations dans les sources d'eau. Toutefois, les fluorures peuvent nuire gravement aux monocotylédones (lis, plantes du genre *Dracaena*, plante-araignée). Les produits de nettoyage employés pour enlever le badigeon sur le toit des serres ne doivent pas être évacués vers une citerne ni un étang, car ils renferment souvent du fluorure.
- **pH** — Bien que les ions hydrogène ne soient pas considérés comme des éléments nutritifs, il est important d'en tenir compte étant donné que la biodisponibilité de la plupart des éléments nutritifs est liée au pH. Par exemple, la plupart des ions chargés positivement, tels

que Fe, Mn, Ca, ainsi que les phosphates, sont plus solubles (et donc plus assimilables par la plante) à un pH faible, tandis que le molybdène est plus facilement assimilable à un pH plus élevé. La plupart des sources d'eau en Ontario ont un pH d'environ 7,5, en raison des niveaux élevés de bicarbonates. L'acidification peut être nécessaire. Voir *Correction du pH*, p. 22. Un pH inférieur à 5,0 détériore la structure des plaques de laine de roche.

Voir à l'annexe C, p. 162, la liste des laboratoires de l'Ontario accrédités par le MAAARO pour effectuer des analyses de l'eau, des solutions nutritives et des substrats.

Substrats artificiels

Il n'y a pas si longtemps, la méthode la plus utilisée pour doser les éléments nutritifs était la méthode alors appelée « Spurway » ou méthode de l'extrait de substrat dilué (1 volume de substrat pour 2 volumes d'eau). Aujourd'hui, en Amérique du Nord, c'est la méthode de l'extrait de substrat saturé à l'eau distillée qui est la plus utilisée. Elle dose les éléments nutritifs directement dans l'extrait. Elle permet d'estimer la quantité d'éléments nutritifs facilement assimilable qui se trouve dans la zone racinaire.

Échantillonnage du substrat

- **Sol** — À l'aide d'une sonde, prélever suffisamment d'échantillons (20) de la zone étudiée (couche ou planche) à une profondeur d'environ 10–25 cm et bien mélanger les échantillons ainsi prélevés. De ce mélange, prélever un échantillon représentatif (environ 600 g), le déposer dans un sac de plastique et l'expédier à un laboratoire accrédité par le MAAARO qui offre le service d'analyse selon la méthode de l'extrait de substrat saturé. Voir *Comment mesurer la CÉ d'un substrat*, p. 20, et l'annexe C, p. 162. Des frais sont exigés pour ce service. Dans le cas des cultures saisonnières, bien analyser le sol avant la mise en culture. Faire analyser le sol suffisamment à l'avance pour pouvoir corriger le pH et la fertilisation avant la mise en culture.
- **Substrat d'empotage** — N'échantillonner que les deux tiers inférieurs du substrat d'empotage (ne pas inclure la couche superficielle, surtout si l'on pratique la sub-irrigation). Mélanger une vingtaine d'échantillons, en prélever une quantité représentative d'environ 600 g et la faire parvenir au laboratoire dans un sac de plastique. Les producteurs devraient mesurer eux-mêmes la CÉ et le pH (entre les échantillonnages périodiques soumis au laboratoire) dans l'eau de percolation recueillie après l'arrosage abondant d'un certain

nombre de pots avec de l'eau distillée. Les résultats obtenus seront très proches de ceux que le laboratoire obtient à l'aide de la méthode de l'extrait de substrat saturé (voir *Interprétation des lectures de la CÉ*, p. 20) et donnent une bonne indication du niveau de fertilité global, mais non des teneurs en éléments individuels. Pour suivre l'évolution des teneurs en éléments nutritifs dans le substrat, prélever des échantillons toutes les deux semaines.

Pour savoir comment interpréter les résultats et rajuster les paramètres du substrat, consulter un spécialiste de la floriculture de serre.

Analyse foliaire

En floriculture, l'analyse foliaire sert surtout d'outil diagnostique pour vérifier les symptômes de carence ou de toxicité, mais elle peut aussi servir à surveiller les niveaux d'éléments nutritifs au cours de la période de culture. Différentes parties de la plante renferment différents niveaux d'éléments nutritifs, mais l'analyse des tissus foliaires est le plus couramment utilisée pour diagnostiquer la biodisponibilité des éléments nutritifs dans le sol. La concentration de minéraux dans les plantes est habituellement exprimée en pourcentage par rapport au poids pour les macro-éléments (N, P, K, etc.) et en milligrammes par gramme (mg/g) ou parties par million (ppm) de matière sèche végétale pour les oligo-éléments (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo). L'âge des parties des plantes a aussi son importance. Les jeunes tissus ont tendance à avoir une teneur plus élevée en N, P et K que les tissus plus vieux, lesquels ont généralement des teneurs plus élevées en Ca, Mn, Fe et B. Il faut donc récolter les feuilles qui ont été les dernières à parvenir à maturité si l'on fait faire régulièrement des analyses foliaires dans le but d'évaluer la teneur en éléments nutritifs.

L'analyse foliaire évalue souvent de façon plus précise les teneurs en oligo-éléments dans les plantes ou le programme de fertilisation que l'analyse du substrat. On prélève les feuilles parmi les plus jeunes sur plusieurs plants, sauf exception. Habituellement, 30–50 feuilles suffisent. On ne doit pas prélever les feuilles qui présentent des anomalies, à moins qu'on veuille en diagnostiquer la cause, auquel cas, on constitue un échantillon distinct. S'assurer que les échantillons ne sont pas contaminés par des pesticides ou des applications foliaires de fertilisant. En cas de doute, rincer les feuilles avec de l'eau distillée et attendre qu'elles soient sèches avant de les emballer et de les faire parvenir au laboratoire. Il est généralement préférable d'utiliser des sacs de papier plutôt que des sacs de plastique pour éviter la pourriture des feuilles durant le transport.

Le tableau 2-9, *Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus*, indique les fourchettes dans lesquelles doivent se situer les concentrations d'éléments nutritifs pour certaines cultures florales. Divers facteurs peuvent faire varier ces concentrations : l'âge de la plante, la position des feuilles sur le plant (partie supérieure ou inférieure du plant), le cultivar, la saison, le programme de fertilisation, le nombre de jours depuis la fertilisation, le pH du substrat, l'application d'un régulateur de croissance, la présence de maladie et la température. Les concentrations des éléments nutritifs nécessaires aux différentes plantes sont données uniquement à titre indicatif.

Partie du plant qu'il est recommandé de prélever :

- Chrysanthème — feuilles supérieures des tiges florales à maturité;
- Exacum — extrémité des pousses pourvues d'une paire de feuilles à maturité et toutes les feuilles non parvenues à maturité;
- Rosier — feuille à cinq folioles la plus élevée sur une tige florifère;
- Autres cultures — feuille récemment parvenue à maturité.

TABLEAU 2-9. Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus

Élément nutritif	Alstroemeria	Azalée	Bégonia multiflore	Bégonia Rieger	Cactus de Noël (<i>Schlumbergera</i>)	Caladium	Calla
Azote (%)	3,8-7,6	2,2-2,8	4,4-5,2	3,4-4,6	2,7-3,7	3,6-4,9	2,9-3,0
Phosphore (%)	0,3-0,7	0,2-0,5	0,3-0,4	0,4-0,8	0,5-0,9	0,4-0,7	0,3-0,4
Potassium (%)	3,7-4,8	0,7-1,6	3,4-4,2	2,0-3,5	6,2-7,1	2,3-4,1	3,9-4,4
Calcium (%)	0,6-1,4	0,2-1,6	1,3-2,1	0,7-2,4	0,7-0,9	1,1-1,6	0,9-1,1
Magnésium (%)	0,2-0,4	0,1-0,6	0,6-1,0	0,3-0,8	1,6-2,2	0,1-0,3	0,3-0,4
Fer (ppm)	175-275	50-150	100-260	80-390	105-110	65-90	95-130
Manganèse (ppm)	60-90	30-300	90-355	35-190	35-130	110-135	635-690
Zinc (ppm)	35-70	5-60	50-65	20-30	50-65	125-135	30-45
Cuivre (ppm)	5-15	5-15	10-15	5-10	10-15	5-10	5-10
Bore (ppm)	10-50	15-100	30-40	35-130	65-70	95-145	30-40

Élément nutritif	Chrysanthème	Cyclamen	Dieffenbachia ¹	Exacum	Ficus benjamina ¹	Fougères ¹	Freesia
Azote (%)	4,0-6,0	2,9-5,0	3,0-4,0	3,8-5,3	2,0-2,5	1,7-2,5	2,7-5,6
Phosphore (%)	0,2-1,2	0,4-1,0	0,7-1,0	0,3-0,7	0,2-0,4	0,3-0,6	0,4-1,2
Potassium (%)	1,0-10,0	1,2-4,5	6,4-8,2	2,3-3,4	2,1-2,5	2,5-3,9	3,1-5,9
Calcium (%)	0,5-4,6	0,3-1,3	1,9-2,4	0,5-0,8	1,7-2,5	0,9-1,3	0,4-1,0
Magnésium (%)	0,1-1,5	0,4-1,3	0,4-0,8	0,4-0,7	0,3-0,4	0,6-0,7	0,3-1,8
Fer (ppm)	20-750	150-550	50-300	55-155	50-200	30-300	80-115
Manganèse (ppm)	25-375	100-500	50-300	70-165	25-100	49-181	30-540
Zinc (ppm)	5-35	30-100	40-200	25-85	20-75	52-149	40-110
Cuivre (ppm)	5-50	5-20	3,5-30	5-75	5-10	10-15	5-130
Bore (ppm)	20-200	70-350	10-30	25-60	20-40	20-40	30-100

TABLEAU 2-9. Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus (suite)

Élément nutritif	Fuchsia	Géranium de semence	Géranium lierre	Gerbera	Gloxinia	Hibiscus	Hydrangée
Azote (%)	2,8-4,6	3,7-4,8	3,4-4,4	3,3-4,1	3,3-3,8	3,5-4,5	2,0-3,8
Phosphore (%)	0,4-0,6	0,3-0,6	0,4-0,7	0,3-0,7	0,3-0,5	0,2-0,6	0,3-2,5
Potassium (%)	2,2-2,5	3,3-3,9	2,8-4,7	3,1-3,9	4,5-5,0	2,0-2,9	2,5-6,3
Calcium (%)	1,6-2,4	1,2-2,1	0,9-1,4	0,9-4,2	1,5-2,2	1,9-2,3	0,8-1,5
Magnésium (%)	0,4-0,7	0,2-0,4	0,2-0,6	0,3-2,8	0,4-0,5	0,5-0,7	0,2-0,4
Fer (ppm)	95-335	120-340	115-270	80-130	70-150	60-75	85-115
Manganèse (ppm)	75-220	110-285	40-175	65-260	95-170	135-180	100-345
Zinc (ppm)	30-45	35-60	10-45	30-80	20-35	35-50	50-105
Cuivre (ppm)	5-10	5-15	5-15	5-10	5-20	5-10	5-10
Bore (ppm)	25-35	35-60	30-280	25-50	30-35	20-25	35-50

Élément nutritif	Impatiens commune	Impatiens de Nouvelle-Guinée	Kalanchoe	Lis de Pâques	Muflier	Œillet	Pélargonium (à feuilles zonées)
Azote (%)	4,3-5,3	3,3-4,9	2,5-5,0	2,4-4,0	4,0-5,3	3,0-5,0	3,8-4,4
Phosphore (%)	0,6-0,8	0,3-0,8	0,2-0,5	0,1-0,7	0,2-0,6	0,1-0,5	0,3-0,5
Potassium (%)	1,8-2,8	1,9-2,7	2,0-4,8	2,0-5,0	2,2-4,1	2,0-6,0	2,6-3,5
Calcium (%)	2,9-3,3	1,9-2,7	1,1-4,5	0,2-4,0	0,5-1,4	0,6-2,0	1,4-2,0
Magnésium (%)	0,6-0,8	0,3-0,8	0,4-1,0	0,3-2,0	0,5-1,0	0,2-0,6	0,2-0,4
Fer (ppm)	405-685	160-890	75-200	100-250	70-135	30-150	110-580
Manganèse (ppm)	205-490	140-245	60-250	50-250	60-185	30-445	270-325
Zinc (ppm)	65-70	40-85	25-80	30-70	30-55	15-75	50-55
Cuivre (ppm)	10-15	5-10	5-20	5-25	5-15	5-30	5-15
Bore (ppm)	45-95	50-60	30-60	20-50	15-40	20-400	40-50

Élément nutritif	Pélargonium (<i>pelargonium x domesticum</i>)	Pervenche	Pétunia	Poinsettia	Primevère (<i>Primula</i>)	Rosier	Streptocarpe ¹	Violettes africaines
Azote (%)	3,0-3,2	4,9-5,4	2,8-5,8	4,0-6,0	2,5-3,3	3,0-5,0	2,0-3,5	2,2-2,7
Phosphore (%)	0,3-0,6	0,4-0,6	0,5-1,2	0,2-1,0	0,4-0,8	0,2-0,3	0,1-0,7	0,2-0,9
Potassium (%)	1,1-3,1	2,9-3,6	3,5-5,5	1,5-5,0	2,1-4,2	1,8-3,0	4,8-5,5	1,5-6,0
Calcium (%)	1,2-2,6	1,4-1,6	0,6-4,8	0,4-2,0	0,6-1,0	1,0-1,9	1,2-1,9	0,6-1,7
Magnésium (%)	0,3-0,9	0,4-0,5	0,3-1,4	0,2-1,0	0,2-0,4	0,2-0,4	0,3-0,5	0,7-1,1
Fer (ppm)	120-225	95-150	40-700	100-300	75-155	50-150	90-260	70-320
Manganèse (ppm)	115-475	165-300	90-185	45-300	50-80	30-900	130-300	35-490
Zinc (ppm)	35-50	40-45	30-90	25-150	40-45	15-50	85-130	20-80
Cuivre (ppm)	5-10	5-10	5-45	5-15	5-10	5-25	15-20	5-30
Bore (ppm)	15-45	25-40	20-50	20-200	30-35	20-60	55-65	30-200

¹ Données tirées du guide *Values for Nutrient Element Contents of Vegetables and Flowers under Glass*, Glasshouse Crops Research Stations, Aalsmeer and Naaldwijk, 1987 (colligées et mises à jour par R.E. Widmer, University of Minnesota, juin 1985; augmentées et mises à jour par J.M. Dole et H.F. Wilkins, University of Minnesota, octobre 1988, Department of Horticultural Science and Landscape Architecture).

Symptômes de carence nutritive

(Source : *Diagnosing Nutrient Disorders in Greenhouse Crops*, C. Rosen et J. Erwin, University of Minnesota.)

Interactions entre les éléments nutritifs

Les cultures de serre sont souvent sujettes aux troubles nutritionnels pour plusieurs raisons : la rapidité de leur croissance, les besoins différents d'une espèce à l'autre, le volume restreint des racines dans les contenants, la réserve limitée d'éléments nutritifs dans le substrat de culture. Tant la quantité que l'équilibre des éléments nutritifs fournis à la plante jouent un rôle important dans la production de cultures de haute qualité. L'augmentation ou la diminution d'un élément nutritif de la solution peut nuire à l'absorption d'un autre élément nutritif ou à sa migration à l'intérieur de la plante. Bien que les interactions entre les éléments nutritifs puissent être positives ou négatives, ce sont habituellement les interactions négatives qui ont été le mieux étudiées.

Voici les deux situations où l'on doit se préoccuper des interactions entre éléments nutritifs :

- lorsque les concentrations de deux éléments sont à la limite de l'état de carence;
- lorsque l'un des éléments est en quantité excessive tandis que l'autre élément est tout juste suffisant.

La nature exacte de l'interaction dépend des éléments nutritifs en jeu et de l'espèce végétale. Elle peut résulter d'une réaction de précipitation dans la solution de sol ou d'une concurrence pendant l'absorption, la migration ou la fonction métabolique des ions. Voir le tableau 2-10, *Quelques interactions courantes entre les éléments nutritifs*. Dans bien des cas, le mécanisme de l'interaction n'a pas encore été entièrement élucidé. Ces effets antagonistes prennent de l'ampleur lorsque les concentrations d'éléments nutritifs sont faibles.

Les interactions entre les éléments nutritifs et leur équilibre demandent à être examinés sous l'angle de la qualité des apports. Celle-ci est importante étant donné qu'on peut atteindre des ratios optimaux d'éléments nutritifs dans la solution ou les tissus des plantes même lorsque ces deux éléments se situent dans une fourchette de carence ou de toxicité.

TABEAU 2-10. Quelques interactions courantes entre les éléments nutritifs

Une concentration excessive des éléments suivants dans le substrat ou les tissus :	Risque d'entraîner une carence en :
Ammonium	Calcium
Nitrate	Potassium
Phosphore	Fer, zinc, cuivre
Potassium	Magnésium, calcium
Calcium	Magnésium, bore
Magnésium	Potassium, calcium
Manganèse	Fer
Fer	Manganèse
Zinc	Manganèse, fer
Cuivre	Manganèse, fer, zinc

Comment diagnostiquer un déséquilibre nutritionnel

Il ne faut pas perdre de vue que dès l'instant où des plantes portent des symptômes visibles de déséquilibre nutritionnel, leur qualité marchande a déjà baissé. Il faut s'astreindre à des programmes d'analyses de sol rigoureux pour détecter tôt les problèmes, avant d'en constater les dégâts.

Dans la plupart des cas, les troubles nutritionnels se manifestent par une séquence de symptômes bien définie qui est caractéristique de l'élément en cause. Généralement, une carence en éléments qui sont mobiles dans la plante s'extériorise en premier sur les feuilles les plus vieilles (celles du bas), alors qu'une carence en éléments immobiles s'extériorise en premier sur les feuilles jeunes (celles du haut). Dans certains cas, les symptômes d'une maladie ou d'une intoxication par un pesticide peuvent ressembler aux symptômes de carence ou de toxicité causés par les éléments nutritifs.

De plus, les symptômes de déséquilibre nutritionnels sont souvent propres à certaines espèces et à certains cultivars. Des analyses de sol et des tissus peuvent aider à confirmer que les symptômes observés sont liés à un déséquilibre des éléments nutritifs.

Les symptômes de carence ou de toxicité dont il sera question dans les paragraphes suivants (en ce qui concerne l'azote, le phosphore, le potassium, le magnésium et le soufre) se manifestent généralement d'abord sur les feuilles inférieures et gagnent les feuilles plus jeunes au fur et à mesure que le problème s'aggrave.

Azote

Carence

- Les feuilles pâlisent et jaunissent.
- Les feuilles les plus vieilles sont les premières touchées, mais dans les cas graves, toute la plante peut jaunir. La plante souffre d'un retard de croissance.
- Les symptômes ressemblent beaucoup à ceux de la carence en soufre.

Excès d'ammonium

- Rabougrissement du plant.
- Jaunissement des feuilles.
- Nécrose du bord des feuilles.
- Dépérissement du point végétatif.
- Une concentration élevée d'ammonium (généralement pendant les mois d'hiver) nuit à l'absorption ou à la diffusion du potassium, du magnésium et du calcium, ce qui entraîne une carence en calcium et une réduction des concentrations de potassium et de magnésium dans les tissus des plantes.

Excès de nitrates

- La plupart des plantes tolèrent des concentrations élevées de nitrates sans présenter de symptômes.
- Les nitrates améliorent l'absorption de phosphore et de potassium.
- Des concentrations excessives de nitrates stimulent la croissance végétative, ce qui risque de retarder la floraison.

Phosphore

Carence

- Les feuilles prennent une coloration rouge-violet; les feuilles inférieures sont jaunâtres.
- Les feuilles du bas sont les premières touchées; la nécrose et la chute des feuilles sont à craindre si la carence est sévère.
- La croissance ralentit.
- Dans un substrat artificiel, la carence peut être imputable à un pH élevé (> 7,4) ou faible (< 5,0).

Excès

- Un excès peut entraîner des symptômes de carence en oligo-éléments parce qu'il empêche l'absorption ou la diffusion du fer, du zinc et du cuivre, probablement par suite de la précipitation des phosphates.

Potassium

Carence

- Des taches grises ou ocre apparaissent près du bord des feuilles.

- Les feuilles les plus vieilles sont touchées les premières; elles présentent un roussissement caractéristique de la pointe et du bord des feuilles.
- Chez certains plants, des taches ou chloroses peuvent apparaître entre les nervures.
- La croissance peut être buissonnante.

Excès

- À de très fortes concentrations, peut causer des brûlures par le sel.
- Si les concentrations de magnésium sont faibles, un excès de potassium entraîne une carence en magnésium.

Magnésium

Carence

- Les feuilles les plus vieilles jaunissent entre les nervures (chlorose internervaire).
- Dans les cas graves, les jeunes feuilles sont également touchées, tandis que les vieilles feuilles peuvent présenter des taches nécrotiques, puis finissent par tomber.
- La carence en magnésium peut être provoquée par des concentrations élevées de potassium.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de magnésium sans manifester de symptômes.
- Des concentrations élevées de magnésium peuvent entraîner des carences en potassium et en calcium dans les tissus végétaux.

Soufre

Carence

- Jaunissement généralisé du plant et, souvent, des nervures des feuilles.
- Symptômes similaires à ceux d'une carence en azote.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de soufre; par contre, elles absorbent alors moins bien le molybdène.

Les symptômes suivants de carence ou de toxicité (en ce qui concerne le calcium, le bore, le cuivre, le fer, le manganèse, le molybdène et le zinc) se manifestent généralement d'abord sur les feuilles les plus jeunes (aux extrémités) :

Calcium

Carence

- Dépérissement possible des points végétatifs.
- Symptômes présents d'abord sur les feuilles les plus jeunes.

- Dépérissement des extrémités des racines et ralentissement de la croissance racinaire.
- Chez certains plants, les bords ou les pointes des feuilles jaunissent ou prennent un aspect brûlé.
- De fortes concentrations d'ammonium et des conditions de croissance excessivement humides ou sèches peuvent entraîner une carence en calcium.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de calcium sans présenter de symptômes.
- Des teneurs élevées en calcium peuvent abaisser les concentrations de potassium et de magnésium dans les tissus des plantes.

Bore

Carence

- Les carences se manifestent surtout sur les tissus les plus jeunes.
- Les jeunes feuilles sont souvent vert foncé, épaisses et cassantes.
- Les points végétatifs meurent et les feuilles paraissent petites et difformes; il se forme de multiples tiges. Sur les rosiers, apparaît souvent un balai de sorcière.

Excès

- Un excès de bore peut être extrêmement toxique pour certaines plantes.
- Il se traduit habituellement par un roussissement des bords des vieilles feuilles.

Cuivre

Carence

- Jaunissement ou dépérissement des jeunes feuilles.
- Jaunissement occasionnel du limbe entre les nervures.
- Les feuilles se développent mal, s'allongent mais restent étroites.
- Des concentrations élevées de phosphore peuvent provoquer une carence en cuivre.

Excès

- Peut conduire à une carence en fer et nuire à la croissance du système racinaire.

Fer

Carence

- Jaunissement du limbe entre les nervures des feuilles les plus jeunes, tandis que les nervures restent vertes (chlorose internervaire); les feuilles peuvent virer entièrement au jaune ou au blanc et se nécroser.
- Des concentrations élevées de phosphore peuvent provoquer une carence en fer.

- Des niveaux de pH élevé ainsi que des températures fraîches du milieu de croissance entraînent la carence en fer.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de fer sans en souffrir.
- Les taches chlorotiques finissent par virer au brun rougeâtre et les tissus malades par se détacher.
- Des concentrations élevées de fer peuvent provoquer une carence en magnésium chez certaines plantes.

Manganèse

Carence

- Mêmes symptômes que pour une carence en fer:
- Jaunissement du limbe entre les nervures des feuilles les plus jeunes; habituellement, les feuilles ne présentent pas de taches blanches ou de nécroses.
- En général, seules les nervures principales restent vertes, ce qui donne à la feuille l'allure d'une arête de poisson.
- La carence en manganèse se manifeste lorsque le sol est trop froid et/ou a un pH trop élevé.

Excès

- Apparition de taches brun rougeâtre ou noires entre les nervures des feuilles du bas; jaunissement des feuilles.
- L'excès de manganèse se produit quand le pH est faible.

Molybdène

Carence

- Les jeunes feuilles pâlisent, se déforment et deviennent étroites et filiformes.
- Les jeunes feuilles à maturité peuvent présenter des symptômes de chlorose internervaire et d'enroulement des bords; tôt ou tard, le tissu jaunissant se nécrose.
- Chez certains plants, le bord des feuilles est roussi.
- Les symptômes se manifestent le plus souvent dans des conditions de faible pH.
- L'absorption du molybdène est favorisée par le phosphore et le magnésium, alors qu'elle est freinée par une concentration élevée de soufre.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des teneurs élevées en molybdène sans que des symptômes se manifestent.

Zinc

Carence

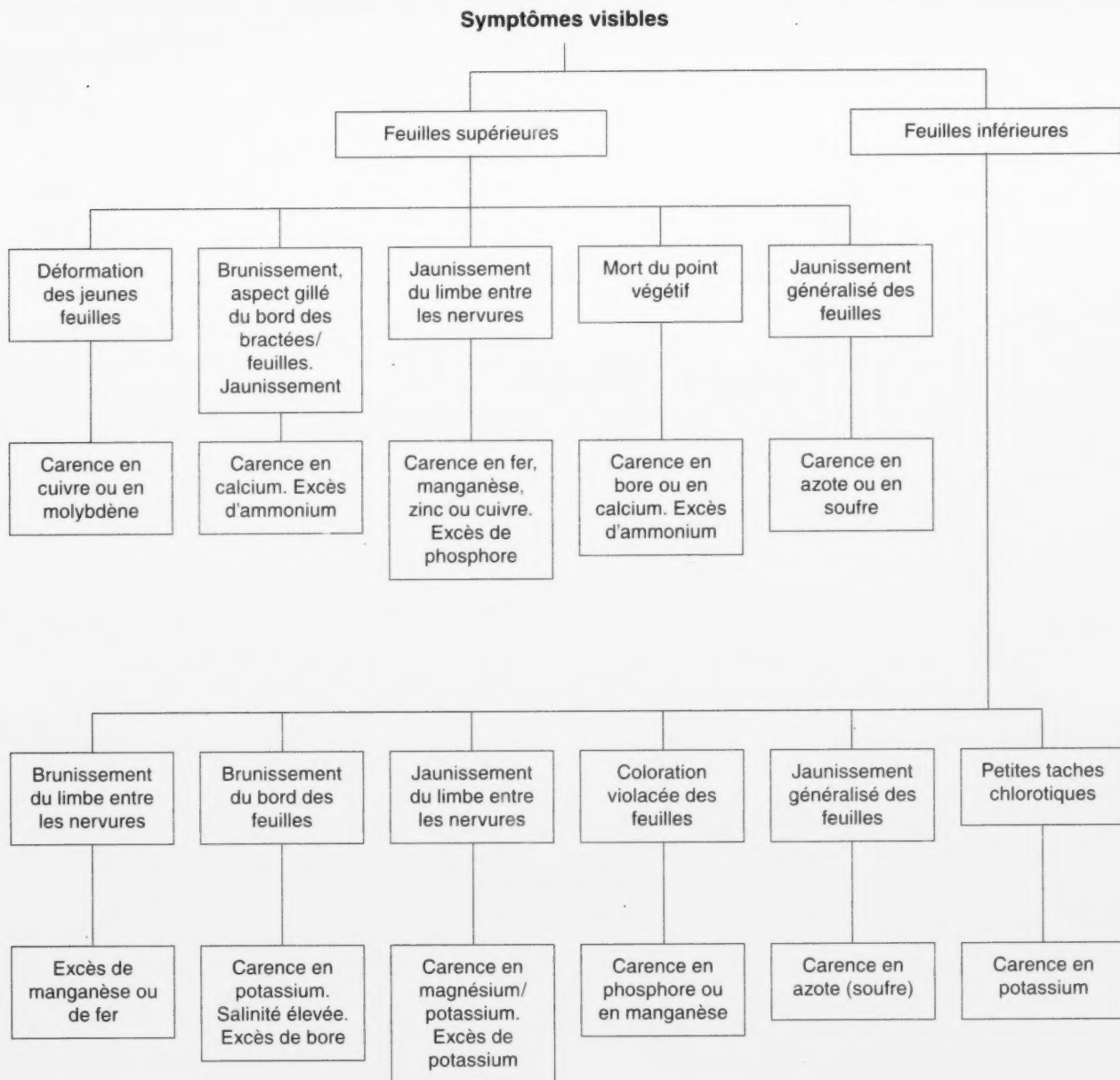
- Les feuilles les plus jeunes sont affectées les premières et peuvent présenter des signes de jaunissement internervaire.
- D'autres symptômes sont possibles, dont des entrenœuds courts et des feuilles en rosette.
- Des niveaux élevés de phosphore peuvent amener une carence en zinc.

- La carence en zinc se manifeste dans des conditions de pH élevé.

Excès

- L'excès de zinc peut, chez certaines plantes, nuire à l'absorption du phosphore et du fer.
- Survient sous des pH faibles.
- Nuit à la croissance des racines et au développement des feuilles.

FIGURE 2-1. Clé de diagnostic des troubles nutritionnels chez les plantes de serre



3. Lutte intégrée

Le présent chapitre traite de la panoplie des outils de la lutte intégrée (LI). Cette approche particulière de la lutte antiparasitaire fait en effet appel à toutes les stratégies de lutte disponibles et vise seulement à maintenir sous le seuil de tolérance économique les populations d'insectes et d'acariens nuisibles ou d'organismes phytopathogènes. La LI ne cherche pas à éradiquer les parasites par l'emploi continu de pesticides, mais à promouvoir l'intégration, ou l'association, des diverses stratégies de lutte (culturelles, biologiques et chimiques). Les principes de la LI sont présentés plus loin dans le contexte de la lutte contre les maladies. Voir le chapitre 6, *Lutte intégrée contre les maladies*, p. 75.

La pratique qui consiste à recourir systématiquement aux pesticides, pour ne prendre aucun risque, n'a plus guère de chances de réussir. Depuis quelques années, cette approche a engendré de nombreux problèmes, dont le développement de la résistance chez les parasites, la contamination de l'environnement, et des risques pour la santé et la sécurité.

Résistance

En raison du nombre décroissant des pesticides qui sont mis au point et homologués, ainsi que du nombre croissant des pesticides auxquels les parasites sont devenus résistants, les producteurs sont dans l'obligation de tirer le meilleur parti possible des pesticides efficaces encore disponibles. La meilleure protection contre le développement de la résistance consiste sans doute à utiliser les traitements chimiques en association avec les autres formes de lutte antiparasitaire.

Atteintes à l'environnement

Devant les préoccupations suscitées par la pollution de l'environnement et la contamination des nappes phréatiques, il est impératif de réduire l'utilisation des pesticides et d'en faire une utilisation plus raisonnée, en privilégiant ceux qui sont les moins néfastes pour l'environnement.

Dangers pour la santé et la sécurité

Pour protéger la santé des personnes qui manipulent les pesticides et éviter que les travailleurs des serres n'entrent en contact avec des résidus de pesticides, l'utilisation de ces produits demande à être rigoureusement réexaminée du point de vue de la sécurité des travailleurs pendant

les traitements et de leur fréquence d'utilisation. Voir le chapitre 1, *Emploi sécuritaire des pesticides*, p. 1, pour plus de détails sur la façon de manipuler sans danger les pesticides.

Biosécurité

La biosécurité consiste à protéger l'économie et l'environnement du Canada des organismes nuisibles et des maladies. Elle passe par la réduction des risques d'introduction de nouveaux organismes nuisibles et de nouvelles maladies, ainsi que par l'éradication ou une maîtrise efficace de la propagation des organismes déjà introduits. Le temps que les producteurs consacrent à la mise en place des mesures inspirées du bon sens et destinées à prévenir l'introduction d'organismes nuisibles et de maladies sur leur ferme est un bon investissement. Dans le secteur de la floriculture pratiquée en serre, ces mesures consistent en de bonnes pratiques d'hygiène et de lutte intégrée, telles qu'elles sont décrites au chapitre 6, *Lutte intégrée contre les maladies*, p. 75. L'élaboration d'une politique de biosécurité visant les visiteurs qui pénètrent dans les installations joue aussi un rôle important dans la réduction des risques d'introduction de nouveaux ennemis des cultures et de nouvelles maladies.

Dépistage

Des dépistages minutieux fournissent les données fiables indispensables à la bonne gestion du programme de lutte. Les pièges collants jaunes (plaquettes ou rubans) sont les moyens les plus couramment utilisés dans les serres pour dépister plusieurs espèces d'insectes volants. Ils se prêtent particulièrement bien au dépistage des aleurodes, des thrips, des mineuses, des mouches des terreaux et des pucerons ailés. Par ailleurs, les pièges collants de couleur bleue se sont révélés particulièrement attractifs pour les thrips des petits fruits. Cependant, si on a affaire à un large éventail d'insectes nuisibles, les pièges jaunes sont préférables.

Lorsqu'on utilise des plaquettes collantes, il faut en installer un nombre suffisant, soit une à raison de 100 à 200 m², et les renouveler avant qu'elles ne soient trop recouvertes d'insectes. Au printemps et en été, on devra probablement changer les plaquettes chaque semaine, au

moment du dénombrement. En hiver, lorsque les populations d'insectes sont moins fortes, on peut réduire cette fréquence.

Un programme d'inspection visuelle de la culture effectué de façon systématique et structurée constitue une autre excellente méthode de dépistage trop souvent négligée. Cette inspection est indispensable pour le dépistage des maladies ou des acariens, des pucerons non ailés ou des stades immatures des aleurodes et des mineuses. Il est conseillé de se fixer un programme d'échantillonnage régulier qui couvre bien toute la serre, y compris les aires d'entrée et les zones à risque. Se concentrer sur les cultures sensibles ou sur les zones de la serre qui sont le plus vulnérables. Là aussi, les relevés hebdomadaires s'imposent.

Pour dépister les maladies, il faut inspecter les feuilles chaque semaine et les racines (ou la base des plants s'il s'agit de légumes) toutes les deux semaines. Il faut aussi mesurer le pH et la conductivité électrique du sol (CÉ) toutes les deux semaines dans chacune des cultures. Une détection précoce facilite la maîtrise des maladies et des ravageurs sédentaires comme les pucerons et les acariens. Il suffit alors parfois d'une pulvérisation ou d'une intervention localisée pour enrayer le problème.

L'efficacité du dépistage repose sur la régularité des contrôles. Consigner dans un registre les résultats de chaque contrôle. Données à relever :

- date;
- identification précise des insectes piégés;
- section de la serre où était le piège;
- nombre d'insectes piégés;
- stade évolutif (adultes, pupes, etc.);
- maladies des cultures, constatées ou soupçonnées;
- espèces et cultivars des cultures;
- traitement (pesticide employé, taux, surface traitée, durée du traitement, etc.);
- conditions environnementales.

Lutte culturale

Hygiène

L'hygiène est la première composante de tout programme de lutte antiparasitaire. Une hygiène déficiente, qui n'élimine pas tous les points d'infection ou d'infestation, accroît les coûts du programme de lutte et diminue ses chances de réussite. Une bonne hygiène est nécessaire à toutes les étapes de la production, dans la serre et ses annexes (chaufferie, par exemple), ainsi qu'aux abords.

L'hygiène de la serre oblige à des efforts constants, toute l'année. La propreté seule ne suffit pas pour enrayer les problèmes phytosanitaires, mais elle est la condition première de tout programme de lutte et doit faire partie intégrante de toutes les stratégies mises en œuvre. Les précautions suivantes sont importantes :

- Enlever les feuilles et les fleurs mortes et fanées. Dans les rosiers, la cueillette de toutes les fleurs (même celles qui ne sont pas vendables) et leur évacuation de la serre peuvent contribuer de beaucoup à lutter contre les thrips.
- Entasser les déchets de culture à bonne distance de la serre et en aval des vents dominants.
- De préférence, brûler les déchets si les règlements municipaux l'autorisent; sinon, les ensacher et les envoyer au dépôt.
- Débarrasser la serre et ses abords de toutes les mauvaises herbes.
- Tenir propres les allées, les couches et les planches de culture de la serre.
- Examiner le matériel végétal qui arrive dans la serre, pour y déceler toute infestation parasitaire.
- Éviter d'hiverner des plants du potager ou de la maison dans la serre. Ceux-ci peuvent abriter des ravageurs qui envahiront alors précocement la culture suivante.
- Maintenir un bon drainage pour éviter les flaques et les surfaces mouillées propices à la prolifération des mouches des terreaux et des mouches des rivages, ainsi qu'à d'éventuelles infections propagées par l'eau.
- Si la serre est vide entre les cultures (ce qui se produit surtout avec les légumes de serre, mais parfois aussi avec certaines cultures ornementales), un traitement par la chaleur éliminera efficacement les infestations. On vient à bout des insectes et des acariens nuisibles en maintenant la température au-delà de 40 °C et l'humidité en deçà de 50 % pendant 3–4 jours. Ce procédé est simple à appliquer pendant les mois d'été puisqu'il suffit de fermer les prises d'air pour atteindre les températures souhaitées. Remarque : Une forte chaleur peut déformer les tubulures en plastique.
- Pour empêcher les organismes pathogènes d'envahir les structures vides, les tuyaux de chauffage, les allées, les banquettes ou le matériel, pulvériser un des produits

suivants (voir le chapitre 6, *Lutte intégrée contre les maladies*, p. 75) :

- une solution titrant 0,5–1 % d'hypochlorite de sodium. Mélanger 1 partie d'eau de Javel et 10 parties d'eau pour obtenir une solution finale tirant 0,5 %. Pour obtenir une solution titrant 1 %, mélanger 1 partie d'eau de Javel et 5 parties d'eau. Utiliser une solution renforcée (jusqu'à 1 %) dans le cas de foyers de maladie graves ou pour désinfecter des banquettes de bois;
- du Floralife D.C.D., un composé d'ammonium quaternaire à double action fongicide et bactéricide;
- du Virkon, un désinfectant à action fongicide, bactéricide et virucide;
- du Chemprocide, un composé d'ammonium quaternaire à double action fongicide et bactéricide.

Gestion des paramètres d'ambiance

Les paramètres comme la lumière, la température, l'humidité, l'eau et les éléments nutritifs exercent une influence sur les plantes, mais aussi sur les maladies et organismes nuisibles. Le réglage des paramètres d'ambiance dans un but de lutte antiparasitaire est une opération complexe à cause de leurs effets simultanés sur la culture. Chaque situation est particulière et demande à être examinée soigneusement. Par exemple, l'humidité peut jouer un rôle important dans le développement des maladies et des insectes nuisibles.

Les tétranyques préfèrent un milieu sec et chaud. Les brumisations qui élèvent l'hygrométrie peuvent aider à retarder leur développement.

Durant les mois d'hiver, les thrips sont peu mobiles, peut-être plus à cause du manque de luminosité que de la baisse des températures. Tenir compte de ce comportement dans les programmes de dépistage. Pendant l'hiver, les plaquettes jaunes peuvent ne pas piéger beaucoup de thrips même si ceux-ci sont présents et se livrent activement à leurs déprédations.

L'humidité de l'air agit directement sur le développement de maladies comme le blanc et les moisissures à *Botrytis*. La régulation de ce paramètre peut donc aider à limiter ces problèmes. Voir le chapitre 7, *Principales maladies des plantes de serre*, p. 87.

Cultivars résistants

De nombreuses espèces végétales ont, à l'égard des maladies et des ravageurs, une vulnérabilité qui varie selon le cultivar. L'amélioration génétique des cultures a mis à la disposition des producteurs des cultivars résistants à un ou plusieurs insectes ou maladies. Ainsi, les pourritures fusariennes du collet et des racines sont-elles rarement un problème pour les producteurs de tomates de serre, car il existe maintenant des cultivars résistants. De la même façon, on utilise de plus en plus des cultivars de concombre résistants au blanc. La sélection génétique axée sur la résistance aux parasites n'a pas encore été pleinement utilisée dans le domaine des cultures ornementales, mais elle ouvre la voie à des progrès en lutte antiparasitaire.

En attendant, les producteurs aux prises avec des problèmes phytosanitaires peuvent améliorer leur programme de lutte en faisant attention au choix des cultivars et à la façon dont ceux-ci sont affectés par les ennemis des cultures. Les producteurs peuvent également se servir des cultivars sensibles comme plantes sentinelles qui signalent la présence de ravageurs et de maladies; par exemple la couleur de leurs fleurs peut attirer davantage les thrips. La pulvérisation localisée des cultivars sensibles attaqués par des insectes nuisibles ou des maladies est un moyen de lutte très efficace ainsi qu'un moyen de réduire la quantité de pesticides utilisés. Bien que le choix des cultivars soit surtout dicté par les exigences du marché que l'on dessert, le producteur peut quand même cesser ou réduire la production d'un cultivar vulnérable au profit d'un autre plus résistant.

Méthodes de pasteurisation des sols et des substrats

Les substrats des serres et les sols des champs contiennent des graines de mauvaises herbes, des insectes, des bactéries et des champignons qui peuvent nuire aux plantes à cultiver. La même chose est vraie pour les substrats ou terreaux et leurs composants, à moins qu'ils ne soient garantis stérilisés ou pasteurisés par le fabricant. Il faut pasteuriser les terreaux et substrats pour éliminer ces organismes nuisibles. Idéalement, ce traitement doit épargner les organismes utiles.

Vapeur

La pasteurisation fait le plus souvent appel à la vapeur comme source de chaleur. La vapeur s'emploie de différentes façons, selon le type de culture.

Pour pasteuriser un terreau pour plantules de légumes ou plantes à empoter, certains producteurs entassent le terreau dans une remorque ou une vieille caisse de camion et injectent la vapeur par le fond.

Quand le terreau est refroidi, le transporter jusqu'à l'endroit où il servira.

Voici deux techniques de pasteurisation à la vapeur des planches de culture qui s'utilisent dans la production de fleurs coupées ou de légumes :

- Si les planches de culture sont drainées par des drains agricoles (haut du tuyau à 40 cm en-dessous de la surface du sol, en lignes espacées de 60 cm de centre à centre), la solution est très simple : la vapeur est injectée dans les drains; le sol est alors très efficacement pasteurisé sur les côtés et au-dessus des drains.
- S'il n'y a pas de drains, poser une bâche sur les planches de culture à traiter et injecter la vapeur directement sous la bâche avec un boyau en toile ou avec un tuyau de drainage en plastique souple perforé pour une répartition uniforme de la chaleur. Le sol doit être bien meuble et exempt de mottes et de débris de culture non décomposés afin d'assurer une pénétration rapide et uniforme de la vapeur désinfectante.

Quand on réutilise la laine de roche, le temps nécessaire au traitement à la vapeur dépend du degré d'humidité de ce substrat et de la température utilisée. À 90 °C, un traitement à la vapeur d'une durée de 30 minutes devrait suffire. En règle générale, plus le substrat est humide, plus le traitement doit être long. Pour cette raison, le substrat doit être le plus sec possible avant le traitement à la vapeur. La laine de roche sortie des sacs de polyéthylène et empilée sur des palettes peut être stérilisée à la vapeur en 2 heures. Si la laine de roche est enveloppée dans du polyéthylène, le traitement à la vapeur doit durer 5 heures. Ne pas empiler la laine de roche sur plus de 1,5 m de hauteur. Pour stabiliser la pile, placer chaque rangée de plaques à angle droit par rapport à la rangée du dessous. De plus, laisser un espace de 2,5 cm entre chaque plaque pour laisser passer la vapeur.

Rapport durée-température pour détruire les organismes indésirables

Le tableau présenté à droite indique le rapport durée-température nécessaire à la destruction des organismes nuisibles. Il montre qu'on peut éliminer la plupart de ceux-ci à la température idéale de 60 °C pendant 30 minutes.

Mauvaises herbes (la plupart)	70–80 °C pendant 15 min
Insectes et acariens (tétranyques)	60–71 °C pendant 20 min
Bactéries (la plupart)	60 °C pendant 10 min
<i>Fusarium</i>	57 °C pendant 30 min
<i>Botrytis</i>	55 °C pendant 15 min
Nématodes	55 °C pendant 30 min
<i>Rhizoctonia</i>	52 °C pendant 30 min
<i>Sclerotinia</i>	50 °C pendant 5 min
<i>Pythium</i>	46 °C pendant 40 min

À partir de 82 °C, le traitement commence à détruire également les organismes utiles du sol. Un sol porté à une température trop élevée pendant trop longtemps devient stérile et plus vulnérable aux infections qu'auparavant, simplement parce que tous les organismes utiles ont été détruits. Un chauffage excessif a de nombreux autres effets néfastes :

- dégagement excessif d'ammoniac;
- concentration toxique de manganèse;
- élévation de la teneur totale en sels;
- destruction de la matière organique.

Vapeur aérée

L'emploi de la vapeur aérée se généralise aujourd'hui. Cette méthode consiste à mélanger de la vapeur vive et de l'air dans une enceinte et à utiliser ce mélange (à 70 °C) pour pasteuriser le sol. Comme la température de ce mélange est moins élevée, on peut pasteuriser le sol tout en évitant les risques d'un chauffage excessif. À moins de problèmes particuliers, une température de 70 °C dans le sol élimine la plupart des insectes et des organismes pathogènes.

Pasteurisateurs électriques

Les pasteurisateurs électriques conviennent pour de petits volumes de substrat ou de sol, quand aucune autre méthode n'est disponible. Attention, ils peuvent facilement « cuire » le terreau. En effet, pour que le terreau situé entre les ailettes atteigne la température de 82 °C, il faut que les ailettes soient à une température plus élevée.

Fumigants chimiques

Certains fumigants (Basamid, bromure de méthyle, Telone, Vapam et Vorlex) peuvent aussi être utilisés pour pasteuriser les terreaux d'empotage ou les planches de culture dans les serres. Chacun de ces produits s'applique selon une dose particulière et agit de façon spécifique contre les insectes terricoles, les maladies, les nématodes et les mauvaises herbes. Il faut savoir que certaines formulations sont moins efficaces que d'autres contre

certains ennemis des cultures en particulier; toujours lire l'étiquette du produit. Protéger les cultures dans les planches voisines contre une exposition accidentelle aux émanations toxiques.

Les formulations qui figurent au tableau 3-1, *Fumigants chimiques pour traitement du sol*, sont efficaces pour le traitement en présemis ou préplantation des planches de culture à base de terre. Les quantités indiquées permettent de traiter 100 m².

TABLEAU 3-1. Fumigants chimiques pour traitement du sol

Contre les nématodes seulement	
	Dose (par 100 m²)
Telone IIB	2,0 L
Telone C-17	2,0 L
Vorlex Plus	2,5 L
Contre les nématodes, les champignons, les insectes et certaines bactéries	
Basamid (granulés)	3,25–5 kg, incorporé sur une profondeur de 15–23 cm
Vapam (liquide)	10 L
Vorlex Plus (liquide)	6 L
Bromure de méthyle / chloropicrine	Cannettes pressurisées 98 % / 2 % : 7,5–10 kg Injectable 68 % / 31,8 % : 2,5–3,65 kg

Remarques sur le bromure de méthyle

Seuls les détenteurs d'un permis délivré par le ministère de l'Environnement de l'Ontario ont le droit d'appliquer le bromure de méthyle. Le bromure résiduel qui persiste dans le sol après le traitement peut réduire la germination et la croissance des plantes suivantes : sauge, œillet, agératum, alyssum, antirrhinum, aster, souci, célosie, chrysanthème, cléome, coléus, coréopsis, dahlia, digitale, godétie, immortelle, ibéride, lobélie, matricaire, myosotis, némésia, nierembergie, pourpier, salpiglossis, verveine, pensée et pervenche.

Ne pas traiter au bromure de méthyle un sol où l'on va semer de la laitue ou d'autres légumes-feuilles.

Méthodes de lutte contre les mauvaises herbes

La lutte contre les mauvaises herbes à l'extérieur et à l'intérieur de la serre est une des facettes importantes de tout programme de lutte antiparasitaire. Les mauvaises herbes peuvent servir de refuge pour les insectes nuisibles et de réservoir pour les organismes pathogènes. L'entretien assidu d'une lisière de gazon d'une largeur de 5 m autour des serres et entre elles diminuera les risques d'invasion d'insectes et de maladies provenant de l'extérieur. On a constaté que la fétuque est la graminée que les thrips des petits fruits aiment le moins. Cette information peut être utile quand vient le temps de décider des espèces à gazon à semer autour des serres.

L'application d'herbicides, le binage et le désherbage manuel demeurent toujours les méthodes les plus pratiques pour se débarrasser des mauvaises herbes dans les serres et aux alentours. Cependant, il y a d'autres méthodes dont certaines peuvent être moins exigeantes en main-d'œuvre.

Vapeur

Comme il a été dit plus haut, la pasteurisation du sol à la vapeur éliminera les mauvaises herbes et la plupart des graines de mauvaises herbes si la température du sol peut être maintenue entre 70 et 80 °C pendant 15 minutes. Par contre, les graines se trouvant à la surface du sol, où la température est plus basse, et les graines à régime résistant sont parfois capables de survivre.

Fumigation du sol

Le métam-sodium (Vapam), le dazomet (Basamid) et l'isothiocyanate de méthyle (Vorlex) se dégradent dans le sol pour produire un gaz qui détruit beaucoup de graines de mauvaises herbes ainsi que les nématodes et les champignons responsables de la fonte des semis et d'autres maladies des plantes. Ces produits sont donc utiles pour traiter des planches de culture et des terreaux d'empotage.

Le bromure de méthyle est également efficace comme herbicide et comme stérilisant du sol. C'est un produit liquide qui, dès l'ouverture du récipient, s'échappe sous forme de gaz toxique. Seules les personnes qui ont obtenu le permis réglementaire peuvent utiliser le bromure de méthyle, par injection dans le sol sous membrane étanche, habituellement une bâche en plastique.

Herbicides

La publication 75F du MAAARO, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*, présente des renseignements sur les herbicides homologués en Ontario. Les traitements

mentionnés dans cette publication font l'objet de multiples essais en plein champ et d'observations en conditions réelles. Les herbicides peuvent être particulièrement utiles dans la lutte contre les mauvaises herbes à l'extérieur de la serre, mais il faut souligner qu'aucun herbicide n'est homologué pour usage à l'intérieur des serres.

Les herbicides risquent par ailleurs d'endommager les cultures s'ils sont employés imprudemment. Il faut toujours arrêter les ventilateurs pendant l'application d'un herbicide pour éviter qu'il ne soit aspiré à l'intérieur de la serre. On peut se procurer un exemplaire de la publication 75F, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*, auprès d'un centre de ressources agricoles du MAAARO ou d'un centre d'information du gouvernement. Respecter à la lettre le mode d'emploi du produit, les mesures de sécurité, les recommandations concernant le réglage, l'entretien et l'utilisation des pulvérisateurs. Si l'on soupçonne que des dommages ont été causés par un herbicide ou sa dérive, communiquer avec un spécialiste de la floriculture de serre ou un spécialiste de la lutte intégrée du MAAARO.

Lorsque des résidus indésirables de pesticide persistent dans le sol, une application de charbon activé peut réduire le problème. La dose à laquelle on applique le charbon varie en fonction du type de contaminant chimique et de sa concentration. Elle est habituellement comprise entre 0,5 et 1,5 kg/100 m².

Lutte physique

Moustiquaires et filets anti-insectes

Sous les climats plus doux où les insectes sont présents à l'extérieur à longueur d'année, les moustiquaires ou filets anti-insectes font partie intégrante des programmes de LI. Quoiqu'ils soient moins courants dans les serres sous nos latitudes, leur intérêt est de plus en plus reconnu et leur utilisation se répand.

Les moustiquaires réduisent considérablement l'invasion de la serre par les insectes nuisibles communs comme les thrips, les pucerons et les aleurodes. Elles sont également utiles contre des parasites moins communs comme les punaises ternes et les pyrales du maïs, qui peuvent occasionner beaucoup de dégâts dans les serres pratiquant l'usage réduit des pesticides (p. ex. dans les programmes de lutte biologique). Les avantages des moustiquaires ont été démontrés en Israël et en Californie. En Ontario, les producteurs qui en ont installé ont noté une réduction des niveaux d'infestation et de l'utilisation de pesticides, et un accroissement de l'efficacité des mesures de lutte antiparasitaire (surtout la lutte biologique).

Avant d'installer des moustiquaires, le producteur doit déterminer quels sont les insectes contre lesquels il doit protéger ses cultures, car la taille des insectes visés déterminera la grosseur des mailles du matériau utilisé pour confectionner la moustiquaire. Un matériau à grosses mailles comme celui que l'on trouve aux fenêtres des maisons laissera passer la plupart des insectes qui causent le plus de dégâts dans les cultures de serres. Il peut cependant barrer le passage à des parasites occasionnels relativement gros comme les punaises ternes et les papillons (noctuelles). Pour exclure totalement de la serre les insectes plus petits, comme les thrips, il faut utiliser un filet anti-insectes à mailles très fines. Quand on doit lutter contre plusieurs espèces d'insectes, on choisit la grosseur de maille qui permet d'arrêter le plus petit d'entre eux.

Les moustiquaires ont pour principal inconvénient de réduire la circulation de l'air. La diminution du débit d'air entrant peut élever la température dans la serre et, si celle-ci est ventilée mécaniquement, elle oblige les ventilateurs à travailler à un régime plus élevé pour aspirer la même quantité d'air à travers les prises d'air partiellement bouchées par une moustiquaire. Il est légitime de se préoccuper de la réduction de la ventilation, mais on peut l'éviter en augmentant la superficie des ouvertures. Dans bien des cas, il suffit d'installer autour des prises d'air un châssis de plus grande section sur lequel on tendra la moustiquaire. Le but est de faire en sorte que la superficie finale des ouvertures permette un échange d'air suffisant pour assurer le refroidissement voulu de la serre. Il existe plusieurs méthodes pour déterminer de combien il faut augmenter la superficie des prises d'air pour maintenir le même niveau d'aération dans une serre donnée. Les principaux facteurs dont il faut tenir compte sont la grosseur de mailles, la capacité des ventilateurs et la pression statique différentielle (la différence entre la pression de l'air à l'intérieur et à l'extérieur de la serre lorsque les ventilateurs sont en marche). Ces calculs sont souvent compliqués et bien qu'il existe des logiciels qui en facilitent l'exécution, il est généralement préférable de laisser le soin aux fabricants de moustiquaires de les faire.

Les moustiquaires et filets à petit maillage sont rapidement obstrués par la poussière et les débris, surtout l'été. La réduction du débit d'air qui en résulte peut élever fortement la température dans la serre. Il est donc important de les nettoyer périodiquement. Il est également important, au moment où l'on conçoit les moustiquaires et les filets, de s'assurer qu'on y aura facilement accès pour les nettoyer. On doit pouvoir les laver de l'intérieur avec un jet d'eau sous pression. Ne pas faire ce travail quand les ventilateurs sont en marche, parce que l'eau bouchera les

mailles et empêchera complètement l'air de passer, ce qui risque d'élever dangereusement la chaleur dans la serre.

L'efficacité des moustiquaires dépend de leur capacité à empêcher les insectes ailés d'entrer. Il faut donc réparer le plus rapidement possible les déchirures et les perforations. On peut réparer les petites déchirures en collant tout simplement par-dessus un morceau du même matériau.

Le coût de la pose des moustiquaires dépend de plusieurs facteurs : la forme finale des surfaces à recouvrir d'une moustiquaire; l'augmentation de la superficie des prises d'air qui est nécessaire pour maintenir un taux suffisant de ventilation; le coût du matériau; l'emplacement des prises d'air; la fréquence de remplacement; la fréquence des nettoyages, etc. La plus grande variable est la différence de coût entre l'installation de moustiquaires dans une serre à ventilation mécanique (ventilateurs) avec prises d'air latérales et dans une serre à ventilation statique avec prises d'air dans le toit. Néanmoins, les producteurs qui ont installé des moustiquaires sur des prises d'air latérales dans des serres à ventilation mécanique disent être rapidement rentrés dans leurs frais grâce à la réduction des coûts en pesticides et à la plus grande efficacité des mesures antiparasitaires.

Pour plus de détails, voir la fiche technique n° 00-022 du MAAARO, *Pose de moustiquaires pour exclure les insectes des serres*.

Autres mesures de lutte physique

L'emploi de rubans collants jaunes (qui attrapent les insectes de la même façon que les plaquettes collantes servant au dépistage) est une autre méthode de lutte physique contre les insectes ailés. Placés le long des banquettes ou des couches ou suspendus au-dessus de la culture, les rubans peuvent jouer un rôle complémentaire important lorsqu'ils sont utilisés avec d'autres moyens de lutte.

Lutte biologique

La lutte biologique consiste à utiliser des organismes vivants tels qu'insectes, acariens, nématodes, champignons et bactéries pour combattre les ennemis des cultures (insectes, acariens, maladies). Elle ne se pratique pas de la même façon selon que l'on cultive des légumes ou des fleurs. Bien qu'elle soit maintenant largement utilisée dans les cultures de légumes de serre, la lutte biologique est moins utilisée en floriculture. Elle suscite néanmoins un intérêt croissant de la part des producteurs qui sont de plus en plus nombreux à s'y adonner.

La lutte biologique ne se réduit pas à lâcher des parasites ou des prédateurs dans la serre. Pour qu'elle fonctionne, il est important d'en planifier les étapes au moins plusieurs mois à l'avance. En voici les grandes étapes :

1. Établir la liste des ressources sur lesquelles s'appuyer pour élaborer le programme (fabricants ou fournisseurs d'auxiliaires de lutte biologique, autres producteurs, spécialistes en vulgarisation, chercheurs, consultants). Participer à des cours, à des séminaires, à des ateliers, lire des magazines et des bulletins, naviguer sur Internet pour glaner le plus d'information possible sur la lutte biologique. Déterminer quels sont les insectes nuisibles à combattre et quels sont leurs ennemis naturels les plus efficaces.
2. Commencer à appliquer le programme, si possible, dans une section restreinte et isolée de la serre pour pouvoir y exercer une surveillance étroite. C'est une façon de se faire la main avec l'utilisation des agents de lutte biologique et de se soustraire à l'inquiétude de voir le sort de toute la production dépendre de l'efficacité d'un agent utilisé pour la première fois. Les années suivantes, l'utilisation des agents de lutte biologique pourra être étendue à d'autres sections de l'exploitation.
3. Si possible, fermer par des moustiquaires la section de la serre où les essais ont lieu. Les infestations de la serre par des organismes nuisibles varient d'une année à l'autre et sont impossibles à prévoir. Certaines invasions peuvent être si fortes que les ennemis naturels utilisés dans le programme de lutte biologique n'en viendront pas à bout. Avec la pose de moustiquaires, il n'y a lieu de se soucier que des insectes qui se trouvent dans la serre. Voir *Moustiquaires et filets anti-insectes*, p. 44.
4. Mettre tous les employés au courant du programme de lutte biologique et des raisons pour lesquelles on l'applique. Comme ils passent leur journée dans la serre à vaquer aux travaux courants, ils peuvent, s'ils sont formés, diagnostiquer des problèmes très rapidement.
5. Bien des pesticides homologués peuvent avoir un effet rémanent à long terme (2-3 mois) qui est nocif pour les ennemis naturels. Consulter le registre des traitements des derniers mois. Si des pesticides persistants ont été utilisés, attendre que leur effet se soit dissipé avant de lancer le programme. Durant ce temps d'attente, utiliser s'il le faut des produits moins persistants pour lutter contre les insectes nuisibles et les maladies. Les effets d'un grand nombre de pestici-

des sont indiqués dans le tableau 3-3, *Effets signalés des fongicides homologués sur les auxiliaires de lutte biologique*, p. 47, et dans le tableau 3-4, *Effets signalés des insecticides/acaricides homologués sur les auxiliaires de lutte biologique*, p. 48. On peut aussi se renseigner chez un fournisseur d'auxiliaires de lutte biologique.

6. Apprendre, en s'informant auprès du fournisseur, à vérifier que les agents de lutte biologique, à leur livraison, sont bien vivants et bien portants. La qualité des ennemis naturels produits par les principaux insectariums est excellente, mais des problèmes peuvent survenir en cours de transport. Il est important de signaler les problèmes de qualité aux fournisseurs, afin qu'ils en découvrent les causes et y remédient.
7. Suivre les directives du fournisseur concernant l'entreposage des ennemis naturels et les conditions de leur lâcher. La plupart ne peuvent être conservés que pendant un court laps de temps, dans des conditions relativement précises.
8. Surveiller les populations d'ennemis naturels et le déroulement du programme. Cette surveillance est tout aussi importante que celle des populations des ravageurs visés.
 - Employer des plaquettes collantes pour surveiller les insectes ailés, notamment les guêpes parasites; savoir que certaines espèces utiles (par exemple *Eretmocerus* pour la lutte contre les aleurodes) sont très attirées par le jaune et que l'installation d'un grand nombre de plaquettes risque donc de les décimer.
 - Surveiller les effets de l'ennemi naturel sur le ravageur; ce qui est chose facile dans le cas, p. ex., du parasitisme de l'aleurode par *Encarsia* ou du parasitisme des pucerons par la guêpe *Aphidius*.
 - Faire une inspection visuelle de la culture afin de repérer les ennemis naturels, tels les acariens prédateurs, qui ne volent pas. Inspecter la culture, surtout aux endroits où les ravageurs se concentrent.
 - Faire une surveillance périodique des ravageurs à combattre pour voir si leurs populations sont en baisse.
9. Recourir, s'il le faut, à des pesticides compatibles avec le programme biologique. Se renseigner sur les produits qui conviennent, avant de commencer le programme, afin de s'assurer de pouvoir se les procurer et les utiliser en cas de besoin. Voir les tableaux

TABEAU 3-2. Auxiliaires de lutte contre les principaux ravageurs des cultures abritées

Ennemi	Agent de lutte biologique
Aleurodes (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> et/ou <i>Bemisia argentifolii</i> , <i>Bemisia tabaci</i>)	<i>Encarsia formosa</i> ¹ <i>Eretmocerus eremicus</i> ¹ <i>Eretmocerus mundus</i> ¹ <i>Amblyseius swirskii</i> ² <i>Delphastus pusillus</i> ² <i>Dicyphus hesperus</i> ²
Tétranyque (<i>Tetranychus urticae</i>)	<i>Phytoseiulus persimilis</i> ² <i>Amblyseius fallacis</i> ² <i>Amblyseius californicus</i> ² <i>Feltiella acarisuga</i> ² <i>Stethorus punctillum</i> ²
Thrips des petits fruits (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	<i>Amblyseius cucumeris</i> ² <i>Amblyseius swirskii</i> ² <i>Amblyseius degenerans</i> ² <i>Orius</i> spp. ² <i>Hypoaspis</i> spp. ² <i>Atheta coriaria</i> ² Nématodes – <i>Steinernema feltiae</i>
Pucerons, y compris : puceron vert du pêcher (<i>Myzus persicae</i>), puceron du melon (<i>Aphis gossypii</i>), puceron de la digitale (<i>Aulacorthum solani</i>), puceron de la pomme de terre (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>)	<i>Aphidius</i> spp. ¹ <i>Aphelinus abdominalis</i> ¹ <i>Aphidoletes aphidimyza</i> ² Coccinelles (<i>Harmonia</i> et <i>Hippodamia</i>) ² Chrysopes ²
Mouches des terreaux (<i>Bradysia</i> et <i>Corynoptera</i> spp.)	<i>Hypoaspis</i> spp. ² Nématodes – <i>Steinernema</i> spp. <i>Atheta coriaria</i> ²
Mineuse (<i>Liriomyza trifolii</i>)	<i>Diglyphus isaea</i> ¹ <i>Dacnusa sibirica</i> ¹

qui suivent ou consulter les listes diffusées par les fournisseurs.

10. Être patient. Il faut une certaine expérience pour comprendre le fonctionnement d'un système de lutte biologique. Demander à un confrère qui a l'expérience de la LI de venir voir si le programme fonctionne comme prévu.

On trouve sur le marché des auxiliaires de lutte, élevés commercialement, qui agissent contre les principaux insectes et acariens nuisibles qu'on rencontre dans les serres. Il n'en existe toutefois pas encore contre les organismes pathogènes. Pour plus de détails sur la mise en œuvre des

TABEAU 3-3. Effets signalés des fongicides homologués sur les auxiliaires de lutte biologique^{1, 2, 3}

Fongicides	<i>Encarsia formosa</i> et <i>Aphidius</i>	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	<i>Amblyseius cucumeris</i> et <i>Hypoaspis</i>	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	<i>Orius</i> spp.
Aliette	—	S	S	I	—
Botran	S	S	S	S	S
Captan/Maestro	S	S	S	S	S
Compass	—	S	—	—	—
Daconil	S	S	I	S	S
Decree	—	—	—	—	—
Folpet	S	S	S	—	S
Meltatox	S	S	—	—	—
Milstop	—	—	—	—	—
Mycostop	S	S	S	S	S
Nova	S	S	S	—	S
Phyton 27	S	S	S	S	S
Quintozene	—	—	—	—	—
Rootshield	S	S	S	S	S
Rovral	S	S	S	S	S
Senator	S	N (14-21)	N (14-21)	S	S
Subdue	I	I	I	S	—
Truban	S	S	S	S	—

¹ Les nombres entre parenthèses expriment, en jours, la toxicité résiduelle du produit pour les auxiliaires de lutte. S = sans danger; N = nocif; I = intermédiaire; — = aucune donnée n'étant disponible, il faut supposer que le produit est toxique jusqu'à preuve du contraire.

² Ce tableau ne fournit qu'une indication des effets possibles de ces pesticides sur les auxiliaires de lutte. La toxicité peut varier en fonction des conditions de culture.

³ Ce tableau a été élaboré à partir de l'information fournie par Applied Bionomics Ltd. et Koppert Biological Systems. Lorsque la toxicité résiduelle varie d'une source d'information à l'autre, nous donnons la valeur la plus conservatrice ou nous l'indiquons par une fourchette de valeurs.

méthodes de lutte biologique ou sur les parasites ou les prédateurs distribués dans le commerce, consulter un spécialiste de la LI dans les cultures de serre ou un spécialiste des cultures du MAAARO, ou encore un consultant du secteur privé.

L'utilisation de pesticides dans un programme de lutte biologique oblige à beaucoup de précautions, car la plupart des pesticides sont toxiques pour les insectes utiles. Un seul traitement avec un pesticide nocif pour les insectes utiles peut empêcher le producteur de recourir à ces derniers pendant un bon moment. Voir les tableaux 3-3 et 3-4 pour plus d'information.

Lutte chimique

Comme les pesticides sont appelés à demeurer une composante importante des programmes de lutte en serre, les producteurs doivent en surveiller de près l'utilisation. Pour les raisons évoquées plus haut, il est indispensable d'utiliser de façon réfléchie les pesticides qui sont encore disponibles.

Résistance

L'utilisation abusive ou trop fréquente d'un pesticide peut faire apparaître une résistance chez les ravageurs. Les producteurs ne doivent plus compter uniquement sur l'industrie des pesticides et les dernières découvertes de la chimie. Les formulations nouvellement homologuées présentent des avantages à court terme, mais leur utilisation irraisonnée peut créer des problèmes de résistance à long terme qui dépasseront de beaucoup ces avantages.

La résistance est le résultat de l'adaptation d'une population à une dose de pesticide qui est normalement létale pour la majorité de ses individus. C'est un caractère héréditaire, qui se transmet donc à la descendance. La

TABLEAU 3-4. Effets signalés des insecticides/acaricides sur les auxiliaires de lutte biologique^{1, 2, 3}

Insecticides	<i>Encarsia formosa</i> et <i>Aphidius</i>	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	<i>Amblyseius cucumeris</i> et <i>Hypoaspis</i>	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	<i>Orius</i> spp.	Bourçons
Avid	N (7-21)	N (14)	N (14)	N (?)	N (21)	Retirer les ruches
Citation	S	S	S	S	S	Couvrir les ruches
Confirm	—	I	—	—	—	Couvrir les ruches
DDVP/Sanex Vapo	N (7)	N (3)	N (3)	N (3)	N (7)	Retirer les ruches
Decis	N (56-84)	N (56-84)	N (56-84)	N (56-84)	N (56-84)	Retirer les ruches
Dibrom	N (7)	N (3)	N (3)	N (7)	N (3)	Retirer les ruches
Dimilin	S	S	S	S	N	Ne pas utiliser
Dipel	N (3)	S	S	I	S	Couvrir les ruches
Dyno-Mite	N (3-4)	I	N (0)	—	—	Retirer les ruches
Endeavor	I (3-4)	I	S	—	S	Couvrir les ruches
Enstar II	I	S	S	—	—	Couvrir les ruches
Floramite	S	S	S	S	S	Sans danger
Huile minérale raffinée	N (0)	N (0)	N (0)	N (0)	N	Couvrir les ruches
Intercept	S	S	S	S	N (28-42)	Ne pas utiliser
Kelthane	N (14)	N (14)	N (30)	N (4)	I	Couvrir les ruches
Malathion	N (56-84)	N (7-14)	N (56-84)	N (70)	N	Ne pas utiliser
Nicotine (F)	I (3)	I	N (1)	N (1)	I	Retirer les ruches
Orthene	N (56-84)	N (21-28)	N (56-84)	N (56-84)	N	Ne pas utiliser
Pounce	N (56-84)	N (56-84)	N (56-84)	N (56-84)	N (56-84)	Ne pas utiliser
Pirliss	I (3-4)	I (3-4)	I (3-4)	N (7)	S	Couvrir les ruches
Savon insecticide	N (0)	N (0)	N (0)	N (0)	N (0)	Couvrir les ruches
Success	N (14)	N (7)	N (7-14)	—	—	Retirer les ruches
Thiodan	N (56-84)	N (4-14)	N (42-70)	N (56-84)	N	Ne pas utiliser
Tristar	N (> 14)	S	—	—	N (> 49)	Retirer les ruches
Trumpet	N (21)	N (21)	N (21)	N (21)	N	Ne pas utiliser
Vectobac	S	S	S	S	S	—

¹ Les nombres entre parenthèses expriment, en jours, la toxicité résiduelle du produit pour les auxiliaires de lutte. S = sans danger; N = nocif; I = intermédiaire; — = aucune donnée n'étant disponible, il faut supposer que le produit est toxique jusqu'à preuve du contraire.

² Ce tableau ne fournit qu'une indication des effets possibles de ces pesticides sur les auxiliaires de lutte. La toxicité peut varier en fonction des conditions de culture.

³ Ce tableau a été élaboré à partir de l'information fournie par Applied Bionomics Ltd. et Koppert Biological Systems. Lorsque la toxicité résiduelle varie d'une source d'information à l'autre, nous donnons la valeur la plus conservatrice ou nous l'indiquons par une fourchette de valeurs.

résistance à un pesticide n'est pas un phénomène qui se développe chez un individu à un moment de son cycle biologique; c'est un caractère préexistant chez un très faible pourcentage d'individus de la population (trop faible pour pouvoir être mesuré ou observé). Au fur et à mesure que les traitements font disparaître les individus sensibles, on assiste à un accroissement du pourcentage d'individus résistants qui survivent, se multiplient et transmettent leur résistance à leur progéniture.

Les programmes de gestion de la résistance aux pesticides visent à réduire la pression que les pesticides exercent sur les populations. On peut réduire l'emploi des pesticides en diversifiant les méthodes de lutte. Il existe un certain nombre de moyens pour y parvenir, qui s'inspirent de la lutte intégrée. Les producteurs qui mettent en place des programmes de lutte intégrée, qui utilisent les bonnes techniques de dépistage, et qui appliquent les bons procédés culturaux et les bonnes méthodes de lutte biologique et physique pratiquent, de ce fait même, la gestion de la résistance.

Il faut savoir que lorsqu'un programme de LI inclut des pesticides, la résistance se développe plus vite si on utilise pendant trop longtemps des pesticides appartenant au même groupe chimique (p. ex. organophosphorés, pyréthrinoides de synthèse et carbamates). La vitesse à laquelle une résistance apparaît dépend d'un certain nombre de facteurs. Elle peut apparaître en aussi peu que 1–2 ans ou mettre 10 ans à apparaître selon des facteurs comme :

- l'ennemi combattu;
- le produit utilisé;
- les produits utilisés antérieurement dans la serre;
- la fréquence d'utilisation du produit;
- l'introduction d'ennemis provenant d'autres installations;
- le genre de stratégie de gestion de la résistance en place.

Pour ralentir le développement d'une résistance, alterner les groupes chimiques à intervalles de quelques semaines ou à des intervalles déterminés par la durée d'une génération de l'insecte combattu. Voir le chapitre 8, *Activité et toxicité des pesticides*, p. 103, pour connaître la toxicité par groupe de produits.

Pour éviter que les nouveaux produits ne perdent de leur efficacité dès la première ou la deuxième année suivant l'homologation, tous les producteurs se doivent d'en faire un usage judicieux.

Efficacité des traitements phytosanitaires

La principale cause de l'échec d'un traitement n'est pas la résistance. Il y a un certain nombre de précautions à prendre pour augmenter l'efficacité d'une application de pesticides :

- Calculer et mesurer soigneusement les doses.
- Faire en sorte que le produit chimique atteigne de façon homogène toutes les parties du végétal ou de la zone à traiter. Cette condition est essentielle. Des correctifs simples améliorent de beaucoup la qualité du traitement : p. ex. avancer plus lentement pendant la pulvérisation ou pulvériser en passant dans chaque allée au lieu d'une allée sur deux.
- Toujours maintenir le matériel de pulvérisation en bon état et remplacer les buses à intervalles réguliers. Une fois usées, les buses ne produisent plus le même jet ni la même grosseur de gouttelettes.
- Diversifier les méthodes d'application. Les méthodes de pulvérisation à haut volume, à bas volume et électrostatique ont toutes une place dans la serre, selon l'objectif poursuivi.
- Le moyen le plus sûr pour accroître l'efficacité des pulvérisations est sans doute de faire les traitements au moment le plus propice et de bien cibler les traitements. Dans ce but, il faut appliquer un programme de LI qui donne les renseignements nécessaires pour décider s'il est utile de traiter, et si oui, quand, où et pourquoi. On peut alors traiter uniquement les zones qui en ont le plus besoin (pulvérisations localisées), au moment où le pesticide aura un maximum d'efficacité parce qu'il atteint le ravageur à son stade le plus vulnérable.
- Savoir que l'efficacité d'un pesticide peut varier (parfois considérablement) d'une serre à l'autre en raison de facteurs tels que la fréquence d'utilisation du même produit, le mode d'application utilisé, l'époque d'intervention et la qualité de l'eau.

Eau destinée aux traitements phytosanitaires

Il est très important de neutraliser l'alcalinité de l'eau servant à l'irrigation ou à la préparation des bouillies pesticides dans la cuve du pulvérisateur. Le pH de l'eau doit se situer à 5,5–6,0; à un pH supérieur à 7, le pesticide peut se dégrader rapidement.

Il est recommandé de pulvériser immédiatement les pesticides qui ont été mélangés dans de l'eau alcaline (pH supérieur à 7), car ils subissent une dégradation à son contact.

Évidemment, il n'est pas toujours possible de traiter « immédiatement ». Il faut savoir que tout retard entraîne une perte de pesticide par dégradation et, presque inévitablement, une perte d'efficacité correspondante du traitement. Pour éviter cet inconvénient, neutraliser l'eau alcaline avant d'y ajouter le pesticide. Dissoudre du phosphate diammonique à raison de 50 g par 100 L d'eau, puis ajouter le(s) pesticide(s).

Le taux de dégradation varie selon le pesticide, sa concentration dans la cuve (facteur de dilution) et la température.

L'ajout de phosphate n'est pas toujours nécessaire, mais il constitue une sorte de police d'assurance contre les pertes d'efficacité du traitement. Le phosphate coûte nettement moins cher que les pesticides et, en outre, il nourrit les feuilles.

Des producteurs ajoutent parfois des engrais hydrosolubles dans la bouillie pesticide. Il est important dans ce cas d'utiliser des engrais acides (le phosphate diammonique n'est alors plus nécessaire). Ne pas mélanger d'engrais alcalins dans la bouillie; la quantité de phosphate recommandée ci-dessus pour neutraliser l'eau ne serait pas suffisante et la dégradation des pesticides risquerait d'être amplifiée.

Compatibilité des pesticides

Les pesticides recommandés dans cette publication sont conçus pour être appliqués seuls sur des cultures. Avant de mélanger des pesticides, lire soigneusement l'étiquette pour tout renseignement sur la compatibilité et consulter le fournisseur à ce sujet. Éviter de mélanger des concentrés émulsifiables (formulations EC). Il ne faut jamais mélanger des herbicides avec des insecticides ou des fongicides; les appliquer avec des appareils servant uniquement à appliquer les herbicides.

Méthodes d'application des pesticides

Pulvérisation

La pulvérisation est l'une des méthodes les plus communément utilisées et les plus efficaces. Tenir les buses propres et réglées à la bonne pression de manière que la pulvérisation soit fine et atteigne uniformément le feuillage lorsqu'on traite jusqu'au point de ruissellement. L'objectif est d'obtenir un recouvrement total; s'assurer de bien mouiller tant la face inférieure que la face supérieure des feuilles.

Arrosage abondant du sol

Les traitements par arrosage abondant du sol sont pratiqués pour lutter à la fois contre des maladies et des insectes. Ils consistent à appliquer le produit phytosanitaire dans la zone des racines. La quantité du produit utilisé varie selon la grosseur du pot et le volume du substrat. Pour bien imbiber le substrat dans un pot de 15 cm, il faut environ 150–180 mL de solution. Dans le cas des planches de culture, compter 12 L de solution par m². Attention, ce ne sont pas tous les produits qui nécessitent un sol détrempé, d'où l'importance de bien lire le mode d'emploi et de s'y conformer.

Dans la lutte contre les maladies, les traitements par arrosage abondant du sol ne sauraient remplacer un programme de pasteurisation de la serre, mais ils sont utiles pour prévenir une nouvelle contamination ou l'élimination des pathogènes dans le sol ou les parties basales de la plante. Un programme d'inspection et de surveillance des racines est la première ligne de défense contre les maladies racinaires.

Dans le cas de certains traitements administrés par arrosage du sol, le produit est absorbé par les racines et diffusé dans tout le plant. Ces traitements ont une action systémique. Ils offrent à la plante entière une protection efficace contre la maladie ou l'ennemi combattu.

Dans la lutte contre les insectes, les traitements par arrosage abondant du sol agissent soit par contact dans le cas des insectes qui habitent le sol, comme les mouches des terreaux et les mouches des rivages, soit de façon systémique afin d'éliminer les insectes suceurs, comme les pucerons et les aleurodes.

Brumisation

La brumisation est réalisée avec plusieurs types d'appareils. Les brumificateurs ou atomiseurs mettent tous en œuvre de la chaleur produite par différentes sources pour vaporiser le pesticide. La brumisation peut être une méthode très efficace quand les règles fondamentales sont respectées.

Épandage de granulés

Il y a sur le marché plusieurs types d'épandeurs de granulés. S'assurer que l'appareil ne broie ni ne concasse les granulés.

Application de fumées insecticides

Les fumées sont un moyen très simple mais efficace d'appliquer des pesticides. Aucun matériel n'est nécessaire; les cannettes sont simplement placées dans l'allée et amorcées. Ne pas utiliser des fumées dans les serres très anciennes, qui ne sont pas étanches, ni par grand vent.

Pulvérisation à ultra-bas volume

Il existe plusieurs types de pulvérisateurs à ultra-bas volume (U.B.V.). Ces pulvérisateurs atomisent la bouillie en particules infinitésimales (7–20 microns). Un système de ventilation mécanique propulse les particules dans toute la serre.

Pulvérisateurs électrostatiques

Les pulvérisateurs électrostatiques ajoutent une charge électrique aux fines particules pulvérisées. Ils améliorent l'adhésion du pesticide sur les plantes et réduisent la dérive.

Traitements des semences

Les traitements des semences consistent à enrober les semences de pesticides qui offrent une protection contre les ravageurs ou les maladies durant la germination et les premiers stades de croissance du plant. Voir les précautions à prendre avec les traitements des semences en se reportant au chapitre 1, *Emploi sécuritaire des pesticides*, p. 1.

Agents mouillants

Les agents mouillants sont considérés comme étant des pesticides et, à ce titre, doivent obligatoirement être homologués. Dans les paragraphes qui suivent, le terme « agent mouillant » désigne les mouillants-adhésifs, les dispersants, les tensio-actifs ou surfactants, bien que, techniquement, ces substances présentent de légères différences.

L'eau ne s'étale pas toujours uniformément sur les feuilles, dont la surface est, par nature hydrophobe. Le contact de l'eau avec la surface des feuilles crée une forte tension de surface responsable de la formation de grosses gouttelettes qui ruissellent aisément et tombent de la feuille sur le sol (en emportant avec elles les pesticides).

L'emploi d'agents mouillants réduit la tension de surface de l'eau et lui permet de mieux adhérer aux feuilles. Les pesticides s'étalent donc davantage sur la surface des feuilles. La plupart des formulations de pesticides contiennent un agent mouillant, mais pas en quantité suffisante dans certains cas, à cause notamment de la température de l'eau ou de l'air, de la dureté de l'eau, de la texture de la feuille, du stade de croissance de la plante et même du type de formulation. Consulter l'étiquette pour des directives précises sur l'emploi des agents mouillants.

Une méthode simple pour déterminer si la teneur en agent mouillant est adéquate consiste à pulvériser sur 3 m de planche de culture. Vérifier ensuite si les faces inférieure et supérieure des feuilles à différents stades de croissance sont uniformément mouillées. Si le mouillage n'est pas uniforme, ajouter 125 mL de mouillant par 1 000 L de bouillie. Pulvériser sur trois autres mètres de planche et vérifier de nouveau. Continuer ainsi jusqu'à ce que le recouvrement soit satisfaisant. Comme leur nom l'indique, ces agents aident la bouillie à « mouiller » le mycélium qui cause la maladie du blanc pour mieux en venir à bout. L'excès d'agent mouillant peut endommager les plants et provoquer la formation excessive de mousse, ce qui entraîne des problèmes de pompage ou de ruissellement et par conséquent une perte d'efficacité.

4. Principaux insectes et acarïens nuisibles

Organismes de quarantaine

Ce chapitre décrit les insectes et acarïens nuisibles les plus fréquents dans les serres servant à la floriculture. Il est important toutefois de souligner qu'il existe des ravageurs et des maladies qui, bien que très rares, peuvent avoir des répercussions dévastatrices quand ils sont présents. Un organisme de quarantaine est un « organisme nuisible qui a une importance potentielle pour l'économie de la zone menacée et qui n'est pas encore présent dans cette zone ou bien qui y est présent mais n'y est pas largement disséminé et fait l'objet d'une lutte officielle. » (FAO, 2004) Certains de ces organismes sont réputés constituer une menace et sont réglementés par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). D'autres organismes peuvent sembler inoffensifs tant qu'ils ne se sont pas manifestés, après quoi l'ACIA se prononce sur le risque qu'ils représentent. La présence d'organismes réglementés (*Loi sur la protection des végétaux*) doit obligatoirement être signalée à l'ACIA qui décide des mesures à prendre pour réagir à cette présence. Même si ces signalements peuvent être lourds de conséquences sur le plan financier pour les producteurs, ils n'en demeurent pas moins importants pour l'industrie. Taire la présence d'un organisme de quarantaine peut menacer l'exportation de plantes ornementales vers des pays comme les États-Unis. Les organismes de quarantaine connus sont répertoriés au chapitre 5, *Ravageurs occasionnels*, p. 67. Pour plus d'information sur les organismes réglementés, consulter le site Web de l'ACIA au www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/protect/listpesparf.shtml ou communiquer avec un bureau local de l'ACIA. Voir l'annexe D, *Autres ressources*, p. 162.

Thrips

Description et cycle biologique

Les thrips sont de petits insectes minces et agiles, d'environ 1,5 à 2 mm de long à pleine maturité. Les adultes varient en couleur du brun foncé ou noir au jaune ou orangé, alors que les jeunes thrips sont généralement blancs ou jaunes avec des yeux rouges. On retrouve plusieurs espèces de thrips dans les serres, y compris le thrips des fleurs, le thrips de l'oignon et le thrips des petits fruits (TPF).

Le cycle biologique de tous les thrips est semblable. La femelle adulte pond de petits œufs blancs à l'intérieur du parenchyme. Les œufs éclosent en cinq à sept jours pour donner naissance à des nymphes blanches qui s'alimentent des feuilles et des pétales. Les thrips passent par deux stades nymphaux, une prépupaison et une courte pupaison (sur le sol ou la plante) avant de devenir adultes. Les adultes peuvent vivre jusqu'à sept semaines. Une nouvelle génération peut être produite tous les 20–35 jours, en fonction de la température.

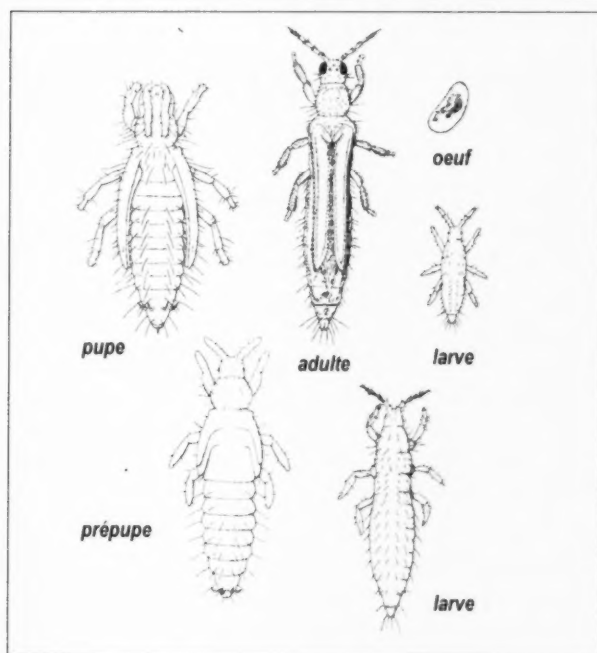
Dommages

Les pièces buccales sont du type piqueur-sueur. Elles causent l'apparition de stries blanches sur les feuilles ou de taches translucides sur les pétales de fleurs. Leurs ravages sont caractérisés par l'accumulation de matières fécales minuscules et noires à la surface des feuilles. La femelle adulte peut aussi nuire à la qualité des fruits, par exemple des tomates, en y introduisant ses œufs. Aux endroits où se trouvent les œufs apparaissent des petites zones décolorées, ce qui cause un mûrissement inégal du fruit.

Cet insecte est apte à développer rapidement une résistance aux pesticides et à transmettre le virus de la tache nécrotique de l'impatiante ou celui de la maladie bronzée de la tomate, lesquels peuvent avoir un effet dévastateur sur un bon nombre de cultures serricoles courantes.

Un diagnostic sûr est essentiel, car ces virus possèdent une gamme d'hôtes étendue chez qui les symptômes de l'infection virale varient énormément. La lutte contre la tache nécrotique de l'impatiante et la maladie bronzée de la tomate est difficile. Elle passe par la maîtrise des populations de thrips, l'élimination des plants infectés, et un bon désherbage à l'intérieur et à l'extérieur de la serre. L'utilisation de plantes indicatrices comme le pétunia ou la féverole à petits grains peut permettre de détecter tôt la présence des deux virus.

FIGURE 4-1. Thrips des petits fruits



Stratégies de lutte

La lutte doit reposer sur des dépistages réguliers avec plaquettes encollées jaunes ou bleues (les deux couleurs étant très attirantes pour les TPF) et sur l'inspection régulière des plantes.

On peut détecter tous les stades évolutifs (sauf celui de l'œuf) en tapotant les boutons ou les fleurs au-dessus d'une feuille de papier blanc et en inspectant ce qui s'y dépose.

Lutte biologique

On trouve sur le marché un certain nombre d'agents de lutte biologique efficaces contre les thrips : les acariens prédateurs *Amblyseius cucumeris*, *Amblyseius swirskii*, *Amblyseius degenerans*, et *Hypoaspis*; la punaise anthocoride prédatrice *Orius insidiosus*; et le staphylin prédateur *Atheta coriaria*.

L'idéal est d'utiliser plusieurs de ces agents. Pour accroître l'efficacité, introduire les prédateurs lorsque les niveaux de populations de thrips sont faibles et les relâcher en nombre suffisant pour maîtriser les populations de thrips.

Amblyseius cucumeris

Ce prédateur de couleur chamois se nourrit surtout des thrips du premier stade nymphal.

Amblyseius cucumeris est habituellement livré aux producteurs dans un mélange incluant son et acariens du son. Le

son fournit la nourriture aux acariens du son qui à leur tour servent de nourriture aux acariens prédateurs. Ce mélange est vendu en petits sachets ou contenants dont le dessus est conçu pour saupoudrer directement le contenu sur la culture. Les sachets constituent de petites cellules d'élevage d'où les acariens prédateurs sortent de façon échelonnée sur plusieurs semaines.

Toujours bien examiner le mélange de son avant l'emploi. Le son ne doit comporter aucune trace de moisissure ni aucune odeur d'ammoniac. On doit y voir des acariens du son et des acariens prédateurs vivants. Les acariens prédateurs sains se meuvent rapidement, tandis que les acariens du son se déplacent plus lentement. Toujours suspendre les sachets à l'abri des rayons du soleil pour éviter la déshydratation de leur contenu. Les taux d'application de ce prédateur varient selon la culture et le degré d'infestation par les thrips. Consulter un spécialiste de la lutte intégrée du MAAARO, un consultant ou un fournisseur d'agents de lutte biologique pour connaître les quantités à relâcher.

Amblyseius swirskii

Cet acarien prédateur ressemble beaucoup par son aspect et sa taille à *A. cucumeris*. Comme l'importation au Canada de cet auxiliaire de lutte n'a été autorisée qu'au printemps 2006, les données d'expérimentation sont encore limitées.

Amblyseius swirskii est offert dans les mêmes formulations qu'*A. cucumeris* (mélanges en vrac et sachets à libération lente) et se nourrit des mêmes stades des thrips. Son efficacité serait supérieure à celle d'*A. cucumeris* particulièrement dans les cultures qui produisent du pollen comme celles du poivron de serre, quoique les premières expériences menées dans des cultures ornementales comme celles du gerbera se révèlent aussi prometteuses. *Amblyseius swirskii* est également efficace contre d'autres ravageurs, notamment contre les aleurodes.

Consulter un spécialiste de la lutte intégrée du MAAARO, un consultant ou un fournisseur d'agents de lutte biologique pour connaître les quantités à relâcher.

Amblyseius degenerans

Ce prédateur diffère d'*A. cucumeris* par son apparence et sa capacité de tolérer des conditions moins humides. Il est foncé, très agile et se reproduit très bien sur le pollen.

On peut en faire l'élevage sur des plants de ricin qui peuvent servir de points de départ des lâchers d'insectes dans la serre. Il donne un maximum de résultats là où une source de pollen (poivrons de serre, par exemple) en

favorise l'établissement. À cause de cette contrainte, il est peu probable que cet agent de lutte biologique soit la meilleure option pour la plupart des cultures floricoles.

Hypoaspis

Cet acarien terricole complète l'action des autres agents en dévorant les pupes contenues dans le substrat. Pour plus de détails, voir la rubrique *Mouches des terreaux*, p. 62.

Orius insidiosus

Lanthocoride *Orius insidiosus* est un prédateur ailé qui se nourrit de tous les stades mobiles du thrips. Les adultes sont noirs avec des taches blanches et crème sur les ailes. Les nymphes les plus jeunes sont jaunes tandis que les plus vieilles sont d'un brun acajou foncé.

Orius se nourrit également de pollen, de tétranyques, de pucerons, d'aleurodes, d'œufs de noctuelles et de jeunes chenilles. Toutefois, les thrips constituent sa nourriture préférée.

Les anthocorides sont sensibles à la longueur du jour et ne doivent pas être relâchés dans les serres avant la mi-mars, à moins qu'ils ne bénéficient d'au moins 13 heures de clarté, par exemple, si l'on a recours à l'éclairage d'appoint.

Atheta coriaria

À l'origine, on s'est intéressé à ce coléoptère pour lutter contre les mouches des terreaux et les mouches des riva-
ges (*Ephydriidae*), mais il dévore aussi les pupes des thrips dans le sol. Pour plus de détails, voir la rubrique *Mouches des terreaux*, p. 62.

Lutte chimique

La lutte chimique contre le TPF peut être difficile en raison de sa tolérance à la plupart des pesticides et de l'habitude qu'il a de s'alimenter bien au creux des boutons floraux ou des feuilles en croissance. Cette habitude en fait une cible difficile à atteindre par les insecticides, d'où l'importance, au moment des traitements, de bien couvrir toute la plante. Voici des recommandations générales concernant l'usage de pesticides pour lutter contre les thrips :

- Au seuil d'intervention (niveau de population des thrips justifiant un traitement afin d'empêcher les thrips d'atteindre le seuil d'incidence économique), faire trois pulvérisations consécutives à quatre à cinq jours d'intervalles.

- Respecter les directives de lutte contre les résistances qui figurent sur l'étiquette.
- Faire la rotation des groupes chimiques de pesticides en veillant à n'utiliser une même catégorie de pesticides que pendant la durée du cycle biologique des thrips. En règle générale, il faut donc changer de catégorie de pesticides toutes les deux ou trois semaines, selon le moment de l'année. Une même génération survit plus longtemps par temps frais.
- Quand le nombre de produits efficaces est limité, y recourir avec modération et uniquement aux moments critiques de l'année ou aux stades culturels critiques. Adopter des stratégies de lutte intégrée afin de réduire l'utilisation des pesticides et les risques d'apparition d'une résistance.
- Appliquer les pesticides tôt le matin et tard l'après-midi, lorsque les thrips sont le plus mobiles. On s'assure ainsi d'une meilleure exposition des thrips aux pesticides.

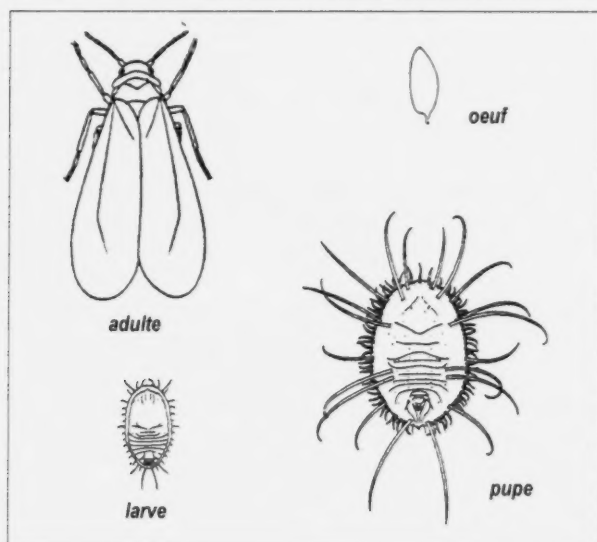
Aleurodes

Description et cycle biologique

Les aleurodes adultes sont de petits insectes ailés de couleur blanche mesurant environ 1,5 à 2 mm de long. Les œufs sont pondus au revers des feuilles et sont trop petits pour être perçus sans l'aide d'un microscope. Un aleurode femelle peut pondre jusqu'à 300 œufs et vivre jusqu'à deux mois. Les nymphes, qui éclosent en 5 à 10 jours, sont plates et font penser à une cochenille; elles se déplacent ici et là sur la feuille avant de devenir immobiles.

Les adultes sortent après trois stades nymphaux et la pupaison. On peut voir les reliquats de pupes et les adultes au revers des feuilles du bas, qui peuvent montrer des signes de flétrissure. Le cycle biologique est généralement complété en 35 jours à 18 °C et en 18 jours à 30 °C. Les aleurodes n'hivernent pas à un stade particulier de leur développement et peuvent survivre tant qu'il y a autour d'eux une forme ou une autre de vie végétale.

FIGURE 4-2. Aleurode des serres



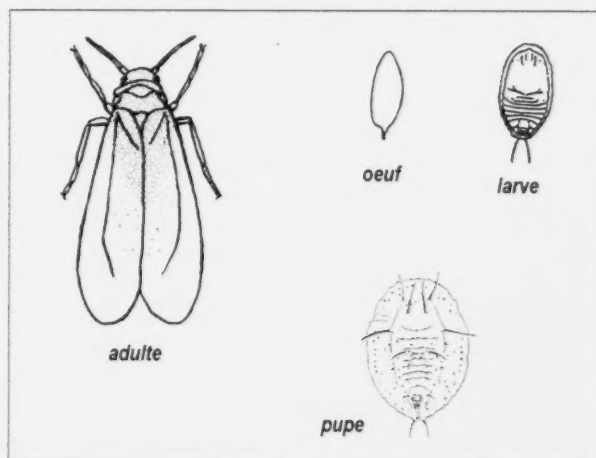
Espèces d'aleurodes

Il existe en Ontario deux espèces d'aleurodes qui préoccupent les serriculteurs : l'aleurode des serres et l'aleurode de la patate douce. Les adultes des deux espèces se ressemblent beaucoup. Voici pourtant comment les différencier :

- L'aleurode de la patate douce est un peu plus petit que celui des serres et son corps est plus jaune.
- Au repos, les ailes de l'aleurode de la patate douce sont repliées en forme de tente au-dessus de son corps, tandis que l'aleurode des serres replie ses ailes à plat, presque parallèlement à la surface sur laquelle l'insecte est posé.
- Les différences majeures qui servent à l'identification des deux espèces se voient à la pupaison. La pupa de l'aleurode des serres est surélevée par rapport à la surface du limbe et son pourtour est garni d'une frange de poils, tandis que dans le cas de l'aleurode de la patate douce, la pupa repose à plat à la surface du limbe et n'a aucune frange. On remarque mieux ces caractères à l'aide d'un microscope.
- L'aleurode de la patate douce vole davantage en ligne droite que l'aleurode des serres, qui tend à zigzaguer.
- En Ontario, l'aleurode de la patate douce infeste surtout le poinsettia même s'il peut aussi s'établir dans d'autres cultures.

- On trouve deux biotypes de l'aleurode de la patate douce en Amérique du Nord. Le biotype B est observé dans les serres depuis la deuxième moitié des années 1980, surtout dans les cultures de poinsettia. Le biotype Q, d'origine méditerranéenne, a été observé pour la première fois en Amérique du Nord en 2004. Des rapports signalent que ce biotype développe rapidement une résistance aux pesticides. Il aurait aussi un plus vaste éventail d'hôtes que le biotype B et contribuerait davantage à propager différents phytovirus.

FIGURE 4-3. Aleurode de la patate douce



Domages

Leurs pièces buccales, de type piqueur-suceur, permettent aux aleurodes de sucer la sève des plantes et de les rendre ainsi moins vigoureuses.

Les aleurodes produisent de grandes quantités de miellat propice à la croissance du champignon responsable de la fumagine à la surface des feuilles et des fruits, amenant une réduction de l'activité photosynthétique dans le premier cas et une détérioration de la qualité des fruits, dans le second. La fumagine en soi n'endommage toutefois pas les plantes.

Les aleurodes peuvent transmettre des virus. Par exemple, l'aleurode de la patate douce serait vecteur de plus de soixante virus et on associerait l'aleurode des serres à la propagation du pseudo-virus de la jaunisse grave de la betterave dans les concombres.

Stratégies de lutte

Mettre en place un programme de surveillance systématique basé sur l'utilisation de plaquettes jaunes encollées et sur une inspection visuelle des plants.

Se servir de plantes hôtes qui sont plus attractives pour les aleurodes que la culture principale, comme indicatrices pour le dépistage précoce ou plantes-appâts. Des espèces de plantes comme l'aubergine et la tomate peuvent être utiles à cette fin.

Identifier les espèces d'aleurodes présentes dans la culture.

Réagir promptement dès qu'on remarque la présence d'aleurodes adultes sur les plaquettes ou sur les feuilles terminales.

Bien désherber à l'intérieur et à l'extérieur de la serre.

Lutte biologique

Trois guêpes parasites sont offertes sur le marché pour lutter contre les aleurodes : *Encarsia formosa*, *Eretmocerus mundus* et *Eretmocerus eremicus*. L'antagoniste *Encarsia formosa* est plus efficace contre l'aleurode des serres, bien qu'il permette aussi de combattre jusqu'à un certain point l'aleurode de la patate douce. *Eretmocerus mundus* est un antagoniste spécifique très efficace contre l'aleurode de la patate douce. *E. eremicus* est plus efficace contre l'aleurode de la patate douce, mais peut aussi assurer une bonne maîtrise de l'aleurode des serres. L'acarien prédateur *Amblyseius swirskii* serait apparemment très efficace non seulement contre les thrips, mais aussi contre toutes les espèces d'aleurodes. Par ailleurs, on trouve aussi dans le commerce *Delphastus pusillus*, un petit coléoptère de couleur noire, qui n'est surtout efficace que lorsque les populations d'aleurodes sont élevées (une situation que la plupart des producteurs chercheraient à combattre rapidement à l'aide de pesticides).

Une bonne hygiène, la lutte contre les mauvaises herbes et une faible population d'aleurodes sont nécessaires à la réussite de la lutte biologique dirigée contre l'aleurode.

Encarsia formosa

D'une longueur d'environ 0,6 mm, les guêpes adultes sont des parasites qui tuent les aleurodes essentiellement en pondant leurs œufs à l'intérieur des individus immatures ou des nymphes (surtout les troisième et quatrième stades larvaires) dont l'apparence fait penser aux cochenilles. Le prédateur adulte peut vivre de quelques jours à tout un mois, selon la température. Les femelles pondent 50–350 œufs au cours de leur vie. La nymphe de l'aleurode des serres noircit 10–14 jours après avoir été parasitée. En moyenne, il faut deux autres semaines avant que la guêpe adulte ne sorte. Lorsque l'adulte est complètement formé, il perce une ouverture dans la partie supérieure de la nymphe noircie avant d'en sortir. Les aleurodes de la

patate douce parasités prennent une coloration jaunâtre tirant sur le brun, plus difficile à déceler. Dans la lutte biologique contre l'aleurode de la patate douce, *Eretmocerus* constitue un meilleur choix.

Voici des conseils destinés à accroître l'efficacité de l'utilisation d'*Encarsia* :

- Éviter d'utiliser des pesticides à action rémanente prolongée au moins dans les trois mois qui précèdent le lâcher initial. Se reporter aux tableaux 3–3 et 3–4, p. 47 et 48.
- Surveiller la culture à tous les stades de la production de façon à déceler la présence d'aleurodes et à suivre l'évolution des populations. Ces données permettent de déterminer avec plus de précision la quantité de parasites à lâcher et le moment le plus propice pour le faire.
- Introduire *Encarsia* dès les premières manifestations de la présence d'aleurodes ou, de façon préventive, avant qu'ils ne soient détectés. Si les aleurodes sont présents avant l'introduction des antagonistes, utiliser un pesticide ayant une faible rémanence pour abaisser dramatiquement la population.
- Éviter d'utiliser *Encarsia* entre décembre et février, à moins que les conditions de luminosité et de température soient modifiées pour convenir au parasite. Ces deux mois demeurent ceux où *Encarsia* a le plus de mal à s'établir dans la serre.
- Lâcher *Encarsia* aux endroits ombragés des plants, où les parasites seront à l'abri de la lumière directe.
- Répartir uniformément les cartes, mais en placer davantage là où des aleurodes ont été vus. Pour une répartition plus uniforme, se procurer des cartes comptant chacune un moins grand nombre de nymphes parasitées.
- Au cours des opérations d'effeuillage ou d'égavage dans des cultures légumières comme celle de la tomate, ne pas ôter les feuilles portant des nymphes parasitées immatures, sous peine de nuire à l'accroissement de la population d'*Encarsia* et au taux de parasitisme.
- Continuer d'introduire *Encarsia* jusqu'à ce qu'au moins 80 % des nymphes sur les feuilles les plus vieilles aient noirci. Au cours des mois d'été, lorsque les aleurodes migrent vers les serres, il faut maintenir, voire augmenter, le nombre des parasitoïdes.

Eretmocerus mundus* et *E. eremicus

Les adultes sont jaunes et mesurent environ 0,6 mm de long. Les femelles pondent leurs œufs sous des larves d'aleurodes qui ont atteint de préférence le deuxième ou le troisième stade larvaire. La proportion des sexes chez cette guêpe est de 1:1 (mâle:femelle). Lorsqu'on décrit les taux d'introduction, on fait référence au nombre de femelles lâchées. C'est là une situation différente d'*Encarsia*, dont toute la population est femelle. Par contre, à l'exemple d'*Encarsia*, la mortalité des aleurodes peut être attribuée au parasitisme et à l'alimentation des hôtes. Les nymphes d'aleurodes parasitées prennent une couleur jaune brunâtre, aussi bien chez l'aleurode des serres que chez l'aleurode de la patate douce. *E. mundus* est spécifique à *Bemisia* (aleurode de la patate douce), tandis qu'*E. eremicus* se nourrit des deux espèces d'aleurodes. Cependant, *E. mundus* semble offrir une meilleure maîtrise de l'aleurode de la patate douce qu'*E. eremicus*.

Amblyseius swirskii

Cet acarien prédateur ressemble beaucoup par sa taille et son aspect à *A. cucumeris*, un prédateur des thrips. Il se nourrit aussi de thrips, mais, contrairement à *A. cucumeris*, il est également un prédateur très efficace des aleurodes. Comme l'importation au Canada de cet auxiliaire de lutte n'a été autorisée qu'au printemps 2006, les données d'expérimentation sont encore limitées.

A. swirskii se nourrit des œufs et des larves mobiles des aleurodes, ce qui en fait un auxiliaire de lutte très compatible avec les guêpes parasites utilisées contre les aleurodes, qui elles, s'attaquent aux stades plus tardifs. *A. swirskii* est vendu en mélanges en vrac et en sachets à libération lente.

Apparemment, cet auxiliaire de lutte serait particulièrement efficace dans les cultures qui produisent du pollen comme celle du poivron de serre, quoique les premières expériences menées dans des cultures ornementales comme celles du gerbera se révèlent aussi prometteuses.

Consulter un spécialiste de la lutte intégrée du MAAARO, un consultant ou un fournisseur d'agents de lutte biologique pour connaître les quantités à relâcher.

Delphastus pusillus

Delphastus est un coléoptère prédateur. À la fois les stades adulte et larvaires de *Delphastus pusillus* s'alimentent d'aleurodes, en particulier de leurs œufs et de leurs nymphes. Apparemment, *Delphastus* évite les nymphes déjà parasitées, se nourrissant essentiellement de celles qui sont non parasitées. Ce comportement en fait un allié compatible avec l'utilisation d'*Encarsia*. On recommande

d'utiliser ce coléoptère comme complément à l'activité d'*Encarsia*, dans le but de réduire les populations d'aleurodes. Le *Delphastus* adulte vit de six à neuf semaines. On dit qu'il a besoin de consommer un minimum de dix œufs d'aleurode par jour pour être en mesure de se reproduire.

Lutte physique

Pièges encollés

Les pièges jaunes encollés, sous différentes formes, permettent de capturer de grandes quantités d'aleurodes adultes. Les gros carreaux jaunes encollés ou les rubans jaunes encollés de 30 cm sont placés près des foyers d'infestation à raison de un par plant. On peut aussi suspendre le ruban jaune encollé entre les poteaux le long des rangs. Ces rubans permettent aussi de capturer les mouches des terreaux, les mouches des rivages (*Ephydriidae*), *Aphidius* spp. et *Encarsia*, surtout si les populations d'aleurodes sont faibles. Se méfier de l'utilisation de nombreux rubans encollés en association avec des parasitoïdes, notamment *Eretmocerus*, qui est fortement attiré par la couleur jaune.

Aspiration

L'utilisation d'un aspirateur à main est un moyen très efficace de détruire rapidement les aleurodes adultes près des foyers d'infestation.

Filets anti-insectes

La protection des portes et des prises d'air par des moustiquaires à mailles très serrées réduit considérablement la migration vers la serre des aleurodes provenant de l'extérieur. Lorsque les aleurodes migrent en grands nombres à certaines périodes de l'année (durant la récolte, par exemple) en provenance de champs adjacents (champs de tomates, par exemple), l'installation de moustiquaires doit être la première ligne de défense.

Lutte chimique

Pour faire une utilisation rationnelle et judicieuse des pesticides, il faut mettre en place un programme de surveillance soutenu, respecter les seuils d'intervention, faire la rotation des catégories de pesticides et recourir en même temps à toutes les mesures de lutte non chimiques existantes.

Les aleurodes ont développé une résistance à de nombreux pesticides. On doit faire preuve de circonspection si l'on veut prolonger l'utilisation de ces produits et en même temps retarder l'apparition d'une résistance.

Lorsqu'on utilise un insecticide systémique comme Intercept, on doit s'assurer de l'appliquer correctement.

Il faut que le système racinaire soit bien développé et que le plant soit en croissance active. Si l'on pince le plant, on doit attendre de 10 à 14 jours avant d'appliquer le produit. On limite l'arrosage pendant la semaine qui suit l'application afin de réduire le lessivage; Intercept est très soluble à l'eau et est facilement lessivé hors du pot.

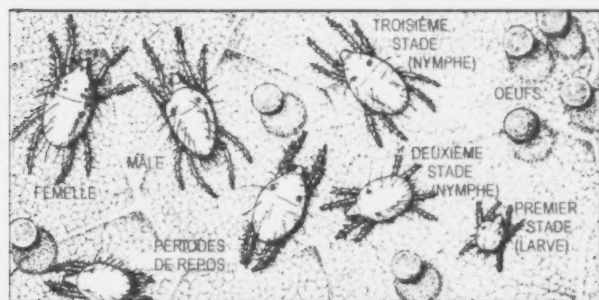
Tétranyque à deux points

Description et cycle biologique

Le tétranyque à deux points s'attaque à une gamme étendue de cultures de serre. La femelle adulte a huit pattes, possède un abdomen rond et mesure environ 0,5 mm de long. Le mâle se distingue de la femelle par son corps plus petit et plus étroit et par son abdomen effilé. La coloration des adultes varie du jaune pâle à l'orangé et au brun. Le stade d'hivernage ou de diapause est de couleur rouge orangé. La réduction de la luminosité à 12 heures ou moins, la baisse de la température et la raréfaction des aliments sont autant de facteurs qui peuvent déclencher la diapause chez le tétranyque. Pendant cette diapause, il peut tolérer de très basses températures; une brève période de réchauffement ne suffit pas à le sortir de sa dormance.

L'inspection visuelle de la face inférieure des feuilles mettra en évidence les tétranyques sous la forme de minuscules points mobiles. Les deux points foncés sur le corps du tétranyque délimitent le contenu gastro-intestinal vu à travers son corps transparent. Après l'accouplement, la femelle commence à pondre environ six œufs blanc nacré par jour. Sur une durée de vie moyenne, la femelle peut pondre 100 œufs et plus à la face inférieure du feuillage. Les insectes fraîchement éclos passent par le stade larvaire typique à six pattes, puis par les stades de la protonympe et de la deutonympe à huit pattes. Le dernier stade est caractérisé par une période de repos et d'immobilité où les individus sont très tolérants aux acaricides. Le cycle biologique, de l'œuf à l'adulte, dure 23 jours à 15 °C et 4 jours seulement à 32 °C. Le développement est accéléré par temps chaud et sec.

FIGURE 4-4. Tétranyque à deux points



Dommages

À tous les stades actifs de son développement, le tétranyque à deux points s'alimente en piquant l'épiderme inférieur de la feuille à l'aide de ses pièces buccales de type suceur. Au début, les dégâts se limitent à quelques piqûres jaunes sur la feuille. Cependant, au fur et à mesure que la population augmente, les dégâts s'étendent à la feuille tout entière, qui prend alors une apparence pâlotte ou dont la face supérieure se couvre de ponctuations. Les feuilles gravement infestées deviennent toutes jaunes, cassantes, et sont couvertes de toiles.

Certaines plantes (p. ex. l'hibiscus) affichent une réaction de toxicité à l'alimentation des tétranyques à deux points; les feuilles jaunissent et tombent du plant même à des densités de population des tétranyques relativement faibles. Si on n'intervient pas pour réprimer l'infestation, les plantes peuvent en mourir.

Les populations de tétranyques paraissent pulluler à certains moments de l'année en raison de l'influence de la température sur leur cycle biologique. D'autres facteurs comme l'hygrométrie, la nutrition végétale et les cultivars sont aussi importants, et peuvent à l'occasion contribuer à réprimer les infestations.

Stratégies de lutte

Dans les cultures ornementales, la surveillance doit reposer sur une inspection périodique des plantes en vue de détecter les premières infestations avant que les tétranyques ne pullulent. Il faut être particulièrement vigilant si la culture et le cultivar sont vulnérables à ce ravageur. Dans certaines cultures, comme celle du rosier, il faut inspecter à la fois la partie supérieure et la partie inférieure du feuillage.

Pour réduire l'importance des premières infestations dans les cultures légumières subséquentes, un bon nettoyage doit être fait en fin de saison de culture, soit juste avant que les tétranyques n'entrent en diapause. Le fait est que les tétranyques passent l'automne et l'hiver à l'abri au sol, dans les tiges creuses, les raccords de tuyauterie, les fissures et les crevasses. Les tétranyques reprennent leur activité vers la fin de l'hiver et au début du printemps. Les stades où le tétranyque est rouge sont généralement assez résistants aux pesticides et ne sont pas des proies faciles pour les prédateurs. Lorsqu'on détecte des tétranyques rouges sortis de leur diapause, il est recommandé de pulvériser un savon insecticide sur les feuilles légèrement infestées, ainsi que d'enlever et de détruire celles qui sont gravement infestées.

Lutte biologique

La lutte biologique contre le tétranyque est possible grâce à l'acarien prédateur *Phytoseiulus persimilis*. D'autres acariens prédateurs, dont certaines souches qui résistent à des températures élevées ou à certains pesticides, peuvent aussi contribuer à réduire les populations de tétranyques. Ainsi, l'acarien prédateur *Amblyseius californicus* tolérerait mieux la sécheresse et *A. fallacis* serait résistant à certains pesticides. De nombreux producteurs ontariens obtiennent de bons résultats avec ces prédateurs.

Phytoseiulus persimilis

Phytoseiulus persimilis est à peu près de la même grosseur que le tétranyque à deux points. Il se distingue toutefois du ravageur par son corps piriforme, par l'absence des deux points, par sa couleur qui va du saumon pâle à l'orangé vif, par ses déplacements qui sont beaucoup plus rapides et par ses longues pattes. Il se nourrit spécifiquement de tétranyques et n'entre pas en diapause.

En l'absence de tétranyques, le prédateur meurt, si bien qu'il faut le réintroduire à chaque nouvelle infestation. Les prédateurs adultes dévorent environ sept adultes ou 15–20 œufs par jour. À 20 °C, *P. persimilis* se reproduit pratiquement deux fois plus vite que le tétranyque. La lutte à l'aide de cet insecte utile donne un maximum de résultats entre 20 et 26 °C. À plus de 30 °C et à des taux d'humidité inférieurs à 60 %, les prédateurs deviennent moins efficaces, car ils cherchent alors à se réfugier dans la partie basse du feuillage où ils sont plus au frais. Par contraste, ces mêmes conditions sont propices à la prolifération des tétranyques.

Les prédateurs sont offerts sur le marché soit mélangés à de la vermiculite, soit sur des feuilles de haricots. Avec l'un ou l'autre support, il faut toujours traiter les plants infestés dès les premiers signes de dommages. Dans la mesure du possible, placer quelques prédateurs sur chacune des feuilles infestées. Avant de lâcher les prédateurs, toujours s'assurer qu'ils sont bien vivants et très actifs.

Lutte culturale

La pulvérisation d'eau en brouillard sur les plants et le maintien de niveaux d'humidité relativement élevés contribuent à supprimer les populations de tétranyques. Ainsi, à 20 °C et à 36 % d'HR, les tétranyques à deux points femelles pondent environ sept œufs par jour. Quand l'humidité relative grimpe à 95 %, elles pondent environ 30 % moins d'œufs.

Lutte chimique

En raison de leur capacité de reproduction énorme, les tétranyques à deux points développent facilement une

résistance aux pesticides. Si l'on compte en réprimer les populations à l'aide de pesticides, voici les directives à observer :

- Diriger le jet sous les feuilles, là où se regroupent normalement les tétranyques.
- Un bon recouvrement est indispensable pour une lutte efficace, surtout lorsqu'on utilise des acaricides comme Dyno-Mite et Floramite.
- Comme les toiles qu'on retrouve dans les zones de fortes infestations peuvent servir à protéger les tétranyques et les œufs qui se dissimulent à l'intérieur de la toile ou derrière celle-ci, il faut parfois augmenter la pression afin d'y faire pénétrer la bouillie.
- Mettre en œuvre des mesures de lutte non chimiques dans toute la mesure du possible pour réduire l'apparition d'une résistance aux pesticides.

Pucerons

Description et cycle biologique

Les pucerons sont des insectes de petite taille (2 à 3 mm), à corps mou, possédant des pattes et de longues antennes. Une paire d'appendices tubulaires, les cornicules, prolongent la partie postérieure de l'insecte. On peut retrouver plusieurs espèces dans les serres, dont la coloration varie entre le noir, le gris, le rouge, le jaune et le vert. Les espèces de pucerons les plus fréquentes dans les serres sont le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*), le puceron du melon (*Aphis gossypii*), le puceron de la digitale (*Aulacorthum solani*) et le puceron de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*).

Le puceron vert du pêcher était l'espèce de puceron dominante en Ontario jusqu'à la fin des années 1990, époque où le puceron du melon a commencé à se voir de plus en plus. Depuis la fin des années 1990, on assiste à une augmentation dans les serres de l'Ontario de l'incidence du puceron de la pomme de terre et du puceron de la digitale, si bien qu'à l'heure actuelle, le puceron de la digitale est le puceron nuisible qu'on observe le plus fréquemment.

Les pucerons adultes sont en majorité aptères, quoique dans des conditions de densités de population élevées, des adultes ailés puissent également se développer. Cette adaptation est un mécanisme de dissémination qui permet aux pucerons en provenance de l'extérieur de

s'introduire dans la serre, ou de se propager rapidement à l'intérieur de la serre.

Dans une serre, tous les pucerons sont femelles. Leurs petits naissent vivants et peuvent se reproduire en 7 à 10 jours. Un puceron peut engendrer de 60 à 100 petits sur une période de 20 jours. Les populations croissent donc très rapidement.

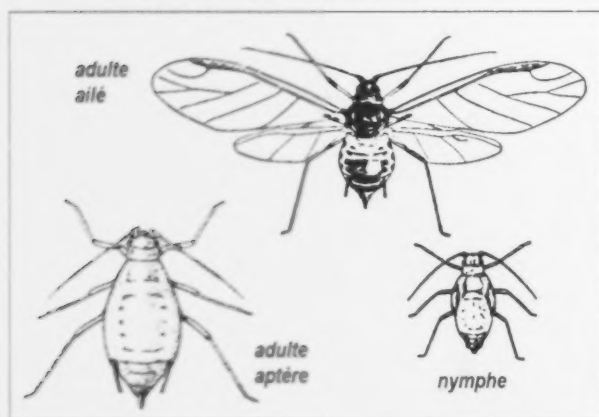
Dommages

Les pucerons piquent le tissu végétal avec leurs pièces buccales et sucent la sève, ce qui provoque une déformation des feuilles et des fleurs. La déformation des points végétatifs des plantes est particulièrement fréquent chez les espèces infestées par le puceron de la digitale.

Les pucerons passent par un certain nombre de stades avant de devenir adultes. Les dépouilles qu'ils laissent chaque fois derrière eux sont des signes visibles de leur présence.

Ils exsudent une substance sucrée et collante, appelée miellat, qui favorise le développement de la fumagine. Certains pucerons ont la capacité de transmettre des maladies virales des plantes, par exemple le virus de la mosaïque du concombre dans les cucurbitacées.

FIGURE 4-5. Puceron vert du pêcher



Stratégies de lutte

Pour le dépistage, on emploie des plaquettes jaunes encolées qui piègent les adultes ailés.

Dans le cas des pucerons aptères toutefois, il est important d'inspecter soigneusement et régulièrement les nouvelles feuilles afin d'empêcher une grosse infestation de se développer.

Les traitements localisés de foyers d'infestation isolés peuvent prévenir leur dispersion dans le reste de la serre.

Lorsque l'infestation se produit au stade de la floraison, une fumigation peut s'avérer plus efficace et moins phytotoxique.

Lutte biologique

Il existe plusieurs auxiliaires de lutte qu'on peut se procurer facilement : le moucheron prédateur *Aphidoletes aphidimyza*, la guêpe parasite *Aphidius* spp. et les coccinelles (*Hippodamia convergens* et *Harmonia axyridis*). Les moucheron *Aphidoletes* et les coccinelles servent normalement de complément à l'action de l'*Aphidius*, afin de réduire les populations de pucerons dans les zones de forte infestation.

Aphidoletes aphidimyza

Au stade adulte, *Aphidoletes aphidimyza* ressemble à un petit moustique ou à une mouche des terreaux. Les femelles pondent leurs œufs (jusqu'à 200 au cours de leur vie) à proximité des colonies de pucerons, si bien que dès leur éclosion, les larves de couleur orangée sont tout près de leur source de nourriture.

Les larves éclosent habituellement au bout de 2-3 jours. Après 7-14 jours de stade larvaire, elles tombent au sol pour la pupaison. Ce stade dure habituellement environ deux semaines. L'*A. aphidimyza* adulte se nourrit de miellat. Les larves peuvent tuer 3-50 pucerons par jour. Compte tenu de la longueur normale du jour, *A. aphidimyza* entre en diapause entre septembre et mars et il est par conséquent inefficace au cours de cette période.

Aphidius spp.

Cette guêpe parasite n'entre pas en diapause et n'est habituellement pas efficace au cours de l'hiver, au début du printemps et à l'automne. Pendant l'été, d'autres espèces de guêpes parasites vivent aux dépens d'*Aphidius*, réduisant ainsi l'influence que cette dernière exerce sur les populations de pucerons. Les conditions optimales pour *Aphidius* sont entre 18 et 25 °C et 80 % d'HR. Le passage d'*Aphidius* de l'œuf à l'adulte prend environ 10 jours à 25 °C, et 14 jours à 21 °C.

Plusieurs espèces d'*Aphidius* sont offertes sur le marché. *Aphidius matricariae* peut parasiter une quarantaine d'espèces de pucerons, y compris le puceron vert du pêcher. Cette guêpe se retrouve à l'état naturel en Ontario et il n'est pas rare d'en retrouver des infestations dans les serres là où l'emploi de pesticides a été réduit. *Aphidius colemani* est efficace contre le puceron du melon et le puceron vert du pêcher, mais non contre le puceron de la

digitale ni contre le puceron de la pomme de terre. *Aphis ervi* constitue le meilleur choix pour lutter contre le puceron de la digitale et le puceron de la pomme de terre.

Coccinelles (*Harmonia axyridis* et *Hippodamia convergens*)

À la fois les stades adulte et larvaire de la coccinelle se nourrissent de pucerons et peuvent en dévorer de grands nombres au cours de leur vie. Les coccinelles entrent en diapause lorsque les journées raccourcissent. Si la longueur du jour leur est favorable, les coccinelles se nourriront de pucerons pour maintenir leur activité de ponte. Les œufs sont fuselés, orangés et disposés en cercle à la face inférieure des feuilles. Ils éclosent en deux à cinq jours.

Le stade larvaire dure environ trois semaines, après quoi les larves se transforment en pupes. Les adultes sortent des pupes après trois à cinq jours. Pour accroître le pourcentage de coccinelles qui restent dans la serre, pulvériser un liquide sucré, telle une boisson gazeuse diluée, sur les insectes, et faire les lâchers tard en soirée. Ce liquide sucré est une source immédiate d'énergie et d'eau.

La coccinelle *Harmonia* (aussi appelée « coccinelle asiatique » ou « coccinelle asiatique multicolore ») est elle-même un insecte nuisible dans le sud de l'Ontario. Comme de grandes populations s'y sont établies, elles en sont venues à envahir les maisons où elles trouvent refuge durant l'hiver, incommodant ainsi les occupants. Plus grave encore, elles sont également un ennemi du raisin de cuve (raisin destiné à la préparation du vin), du fait que les coccinelles adultes infestent les grappes de raisin et contaminent le moût. Leur établissement en plein air en Ontario est lié non pas à leur utilisation comme agent de lutte biologique dans les serres, mais plutôt à leur introduction en Amérique du Nord en provenance d'Asie il y a de nombreuses années. Toutefois, la mauvaise presse qu'ont ces insectes fait en sorte que de moins en moins d'insectariums commerciaux en produisent et en vendent, même si ces coccinelles peuvent être très efficaces dans les serres.

Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)

Description et cycle biologique

La mouche adulte, de couleur gris-noir, mesure environ de 3 à 4 mm de long et possède de longues pattes, des antennes filiformes et de grands yeux composés qui se rejoignent à la base des antennes. L'adulte vole peu et peut être fréquemment observé se reposant à la surface du substrat. Chaque femelle a une longévité d'une dizaine de jours et pond quelque 150 œufs blancs et ovales dans la matière organique du milieu de culture. Ces derniers éclosent en deux à sept jours, selon la température, pour donner place à des larves blanches de 4 à 6 mm de long.

Les larves ont douze segments abdominaux et une tête noire luisante caractéristique. Au cours de la pupaison, qui s'effectue dans le sol, les larves demeurent immobiles pendant quatre à six jours, après quoi les mouches adultes en sortent. Les mouches des terreaux, comme la plupart des insectes, sont plus actives et se développent plus rapidement à des températures plus élevées. Le cycle biologique prend 21 jours à 24 °C, comparativement à 38 jours à 16 °C.

Attention de ne pas confondre la mouche des terreaux avec la mouche des rivages ou « mouche brune » (*Ephydriidae*), un autre ravageur qu'on trouve fréquemment dans les serres, mais qui est toutefois plus gros, vole davantage et se distingue par quatre points transparents sur les ailes. Ses larves vivent dans le sol comme celles des mouches des terreaux, mais elles n'ont pas la tête globuleuse noire caractéristique de ces dernières. Les mouches des rivages se propagent mieux en milieu humide. On les trouve souvent dans des zones humides sous les banquettes où les adultes comme les larves se nourrissent d'algues.

Les mouches des rivages ne sont habituellement pas considérées comme une menace directe pour les cultures de serre, mais peuvent s'attaquer aux racines des plants dans les serres où l'eau est recyclée. La lutte contre les mouches des rivages passe par la maîtrise des algues, soit directement, par l'emploi de produits chimiques, soit indirectement, par un abaissement du taux d'humidité nécessaire à la prolifération des algues ou par une réduction de la forte luminosité nécessaire aux algues, qui peut se faire par l'installation d'une jupe noire autour des banquettes.

Domages

Bien qu'elles se nourrissent généralement de matière organique en décomposition dans le sol, les mouches des terreaux peuvent également s'en prendre aux jeunes racines de plantes, surtout si elles pullulent.

Elles ont aussi déjà été observées en train de se nourrir de jeunes pousses de concombre. Les plantes dont les racines ont été attaquées par les mouches des terreaux sont plus vulnérables aux maladies racinaires comme le pourridié pythien. D'ailleurs, les mouches des terreaux et les mouches des rivages jouent un rôle dans la propagation d'organismes pathogènes comme *Pythium*, *Fusarium*, *Verticillium* et *Rhizoctonia*.

Stratégies de lutte

L'hygiène dans la serre tout comme à l'extérieur est indispensable.

Éviter l'arrosage excessif et assurer un bon drainage du milieu de culture pour empêcher la formation de flaques, car les mouches des terreaux et les mouches des rivages se plaisent dans un environnement humide.

Lutte biologique

La lutte biologique fait appel à un acarien prédateur, *Hypoaspis miles*, à un coléoptère prédateur, *Atheta coriaria*, et à un nématode parasite, *Steinernema feltiae*.

FIGURE 4-6. Sciaride

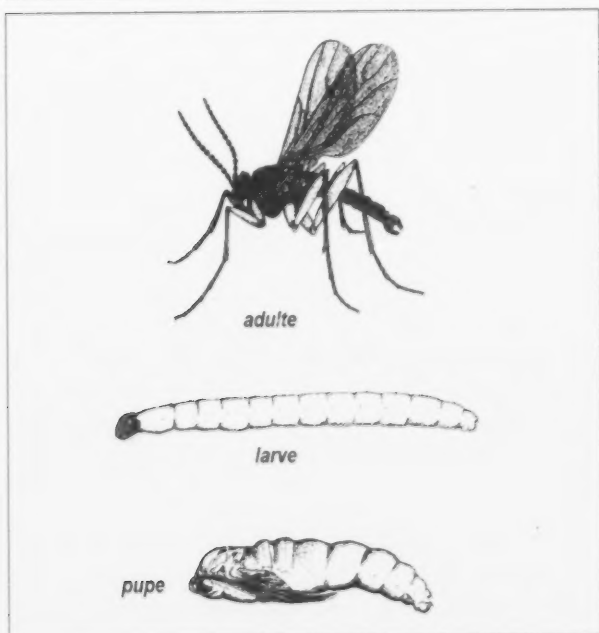
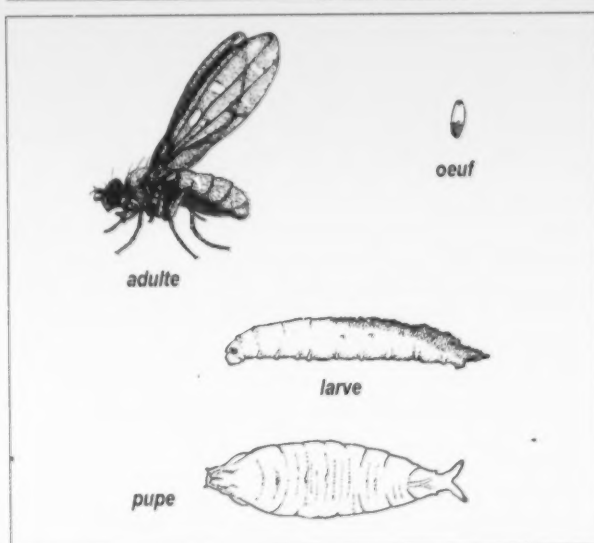


FIGURE 4-7. Mouche des rivages



Hypoaspis

Hypoaspis est un acarien brun vivant dans le sol qui se nourrit des œufs et des larves de sciarides ainsi que d'algues, de pupes de thrips, de collemboles, de nématodes et de larves d'un certain nombre de mouches et de coléoptères. *Hypoaspis* est un acarien résistant qui peut survivre environ 24 jours sans nourriture et qui n'est pas affecté par le manque de lumière. Son cycle biologique dure environ 9-11 jours dans une serre.

On trouve *Hypoaspis* surtout dans le premier centimètre supérieur de substrat. L'efficacité d'*Hypoaspis* est optimale lorsqu'on l'intègre au substrat immédiatement après l'empotage, ou la mise en terre dans le cas des plantules de légumes; autrement dit, tandis que les populations de mouches des terreaux sont faibles ou inexistantes.

Atheta coriaria

Le staphylin *Atheta coriaria* est un petit coléoptère terricole noir, d'environ 3-4 mm de long, très actif. Tant l'adulte que les larves durant leurs trois stades de développement exercent leur activité prédatrice sur les mouches des terreaux (œufs et larves), les mouches des rivages (œufs et larves) et les thrips (pupes). Le staphylin est élevé commercialement, mais il existe également à l'état naturel et se rencontre souvent dans les serres où l'on réduit l'emploi des pesticides. On doit l'utiliser de la même façon que *Hypoaspis*, en le plaçant de bonne heure dans la culture pour combattre les ravageurs terricoles.

Nématodes

Les nématodes *Steinernema feltiae* s'emploient surtout lorsque les populations de mouches des terreaux sont importantes. Ils envahissent les larves de mouches des terreaux par leurs orifices, puis y libèrent des bactéries qui se multiplient et tuent les larves. Comme les nématodes seraient apparemment incapables de se reproduire une fois qu'ils ont envahi les larves de mouches des terreaux, plusieurs applications consécutives de nématodes sont nécessaires pour une lutte efficace. Les nématodes ne maîtrisent pas les mouches des rivages.

Pour optimiser la lutte au moyen de nématodes :

- Remuer toutes les heures les solutions renfermant des nématodes afin d'oxygéner l'eau.
- Utiliser ces solutions dans les quatre heures qui suivent.
- Maintenir la température du substrat entre 16 et 30 °C.
- Toujours protéger le milieu de croissance des nématodes des rayons directs du soleil pour éviter la destruction des bactéries à l'intérieur du corps des nématodes.
- Maintenir le substrat à un pH de 3–8.
- Vérifier la compatibilité des fongicides ou leur activité résiduelle avant de les appliquer sur le substrat ayant reçu ou destiné à recevoir des nématodes.

Lutte chimique

Un insecticide appliqué par arrosage abondant du sol peut éliminer efficacement les larves.

Mineuses

Description et cycle biologique

Il existe deux principales espèces de mineuses d'intérêt pour les serriculteurs de l'Ontario : la mineuse maraîchère (*Liriomyza sativae*) et la mouche mineuse de Floride ou mineuse sinuante (*Liriomyza trifolii*). Une troisième espèce, la mouche mineuse sud-américaine (*Liriomyza huidobrensis*), responsable de dommages graves dans d'autres parties du monde, a été vue également en Ontario. Bien que la mineuse sinuante puisse compléter son cycle biologique sur les tomates et les concombres, elle préfère les chrysanthèmes, gerberas et gypsophiles. Par contre, la mineuse maraîchère préfère les tomates, les concombres et le céleri, mais s'attaque aussi aux chrysanthèmes et à d'autres plantes en l'absence de ses hôtes préférés.

La mouche mineuse sud-américaine possède un large éventail d'hôtes et peut aussi bien envahir des cultures de plein champ, notamment des cultures de crucifères, de laitue et de céleri. Les trois espèces de mineuses ont une apparence et une biologie similaires.

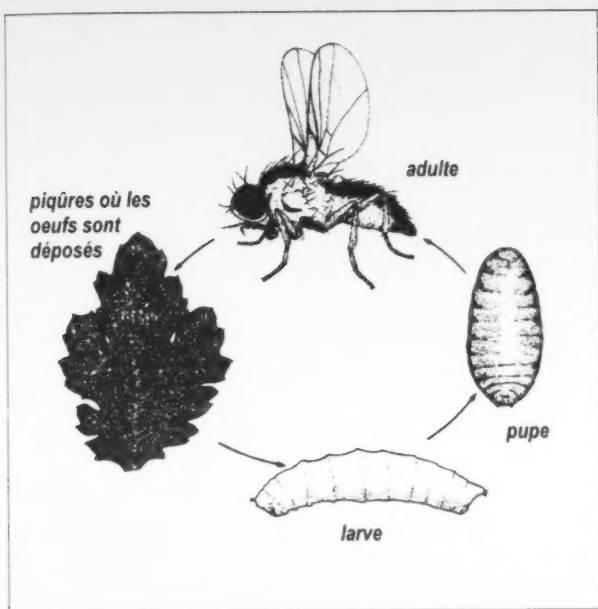
La mineuse adulte est petite (environ 3 mm de long) et possède des marques jaunes et noires sur la tête et le thorax. Les adultes deviennent actifs à l'aube. Les femelles s'alimentent des feuilles succulentes et tendres en perçant la surface de la feuille de leur ovipositeur et en léchant le liquide qui en exsude. Elles donnent des feuilles picotées.

Les femelles commencent à pondre entre 12 et 24 heures après leur sortie de la pupa. Elles pondent approximativement 250 œufs durant leur vie d'environ 30 jours en déposant les œufs à raison d'environ un œuf toutes les sept piqûres de la feuille. La température optimale pour le développement de la mineuse est de 30 °C. Plus la température s'écarte de 30 °C, au-dessus ou au-dessous, plus grande est la chute de la ponte. Après deux à quatre jours, les œufs éclosent et les larves commencent à s'alimenter et à miner le tissu de la feuille.

Les larves mettent de 4–7 jours (selon la température) pour arriver à maturité en été; elles découpent ensuite un trou à la surface de la feuille et tombent au sol. La pupaison se produit en l'espace de quelques heures et les pupes demeurent dans le sol ou sur la pellicule de plastique, le cas échéant. La pupaison peut également avoir lieu sur les feuilles. Le stade pupal peut durer 5–10 jours en été et jusqu'à 90 jours si les températures sont basses (10–12 °C) et que la nourriture est rare. Ce facteur peut expliquer la survie hivernale de l'insecte le long du périmètre intérieur de la serre, en dépit de l'absence de mineuses adultes. Une nouvelle génération de mouches adultes sort de ces pupes.

À l'intérieur d'une serre, il y a un chevauchement considérable des divers stades du cycle biologique de l'insecte. Le cycle complet de la mineuse peut s'effectuer en 14 jours à 30 °C, 24 jours à 20 °C, et 65 jours à 14 °C.

FIGURE 4-8. Mineuse



Dommages

Les mineuses peuvent nuire indirectement au rendement des cultures en réduisant la surface de la plante servant à la photosynthèse et en endommageant les vaisseaux transportant l'eau, entraînant du coup la dessiccation et la chute des feuilles.

En nuisant à l'apparence des cultures ornementales, les dommages causés par la mineuse peuvent occasionner des pertes économiques importantes.

Stratégies de lutte

Faire l'examen minutieux de tout nouveau matériel végétal introduit dans la serre.

Détruire les plantules, boutures ou parties de plantes infestées ainsi que tout tissu picoté.

Si la culture se fait sur des planches au sol, stériliser à la vapeur tout le plancher de la serre entre les cultures.

Faire le dépistage des populations d'insectes nuisibles à l'aide de plaquettes jaunes encollées et d'inspections régulières des cultures.

Éliminer les mauvaises herbes à l'intérieur comme à l'extérieur de la serre. Les plantes adventices comme le chénopode blanc, le céraiste vulgaire, le pissenlit, le plantain, la mauve négligée et la morelle sont de bons hôtes pour la mineuse.

Éviter de surfertiliser la culture, car un excès d'azote peut accroître les problèmes causés par la mineuse.

Mettre les feuilles tombées dans des sacs et les sortir de la serre le plus tôt possible. Les larves de mineuses peuvent compléter leur développement dans les feuilles même une fois que celles-ci sont détachées du plant.

Lutte biologique

La lutte biologique repose sur deux guêpes parasites *Diglyphus isaea* et *Dacnusa sibirica*. La guêpe *Diglyphus* s'avère un meilleur choix l'été, puisqu'on bénéficie alors d'une augmentation naturelle de sa population du fait de la migration à l'intérieur de la serre d'individus de la même espèce présents dans l'écosystème environnant. Il semblerait que l'hiver, la guêpe *Dacnusa* donne de meilleurs résultats.

Diglyphus isaea

Diglyphus est une petite guêpe noire ayant des reflets vert métallique et de courtes antennes. Une fois qu'elle a localisé une galerie, la femelle paralyse d'abord la mineuse, puis insère tout près d'elle un œuf dans la feuille. Elle peut déposer de cette façon jusqu'à cinq œufs dans une galerie. La larve qui éclot est au départ incolore, puis devient jaune-brun et finalement turquoise. Le passage de l'œuf à l'adulte prend environ 11 jours à 25 °C, soit en général moins de temps que pour la mineuse et la guêpe *Dacnusa*.

La guêpe *Diglyphus* peut parasiter des mineuses déjà parasitées par la guêpe *Dacnusa*, si bien qu'elle devient l'espèce dominante au cours de l'été lorsque les conditions de température sont propices à son activité. La présence de galeries courtes est un indice de l'activité de la guêpe *Diglyphus*, étant donné qu'une fois parasitée, la mineuse cesse immédiatement de s'alimenter. On peut détecter la présence de larves de la guêpe *Diglyphus* en tenant des feuilles infestées par des mineuses contre une source de lumière et en les examinant à l'aide d'une loupe.

Dacnusa sibirica

Dacnusa est une petite guêpe noire qui diffère de la guêpe *Diglyphus* par ses longues antennes souples et l'absence de reflets vert métallique. Contrairement à la femelle *Diglyphus*, la femelle *Dacnusa* insère un œuf directement dans le corps de la mineuse. Chaque femelle vit environ deux semaines, période pendant laquelle elle peut pondre jusqu'à 90 œufs.

Les œufs éclosent en quatre jours. Les larves viennent à maturité à l'intérieur des pupes de mineuse. Le passage de l'œuf à l'adulte prend environ deux semaines à 22 °C.

Toute la croissance de la guêpe *Dacnusa* se fait à l'intérieur du corps de la mineuse, ce qui rend difficile l'évaluation de l'activité du parasite.

Lutte chimique

Savoir que cet insecte développe facilement une résistance aux insecticides.

S'assurer d'un bon recouvrement de la culture par le pesticide.

Faire une rotation des différents groupes de pesticides toutes les deux ou trois semaines, dans les cultures pour lesquelles des pesticides sont homologués. À l'heure actuelle, les seuls pesticides homologués le sont pour des cultures ornementales.

Les croquis d'insectes et d'acariens qui illustrent ce chapitre sont des reproductions autorisées de croquis tirés de *Insect and Related Pests of Flowers and Foliage Plants*. North Carolina Co-operative Extension Service, Ed. J. R. Baker, 1994.

5. Ravageurs occasionnels

Acariens

Phytopte des tomates

L'adulte mesure 0,2 mm de long et 0,05 mm de large. Vu sa petite taille, on le remarque sur les plantes seulement quand sa population a déjà atteint un niveau dommageable. Lorsqu'il pullule, le phytopte donne aux tiges, aux feuilles et aux fruits une coloration beige ou bronze.

Le phytopte des tomates s'accommode très bien de la sécheresse. Il peut achever son cycle biologique en six jours à 27 °C et à 30 % d'HR. La femelle peut pondre environ 16 œufs durant les trois semaines environ que dure sa vie. Les phytophages se nourrissent d'abord des tiges avant de s'attaquer aux feuilles.

Les symptômes d'une infestation sont le jaunissement, l'enroulement et le flétrissement des feuilles, l'avortement des fleurs en plus de fruits bronzés et fendillés. Sans traitement destiné à en réduire les populations, les phytophages des tomates finissent par tuer les plants.

Les plantes hôtes intermédiaires du phytopte comprennent la morelle et le pétunia, ainsi que plusieurs espèces appartenant à la famille des solanacées.

Il n'existe aucune technique de dépistage précoce de ce ravageur. Une fois qu'il est établi dans une culture, il est facilement disséminé par les mains, le matériel et les vêtements.

Aucune mesure de lutte biologique n'est recommandée pour l'instant. D'après les recherches menées à ce jour, deux acariens prédateurs, *Amblyseius fallacis* et *Typhlodromus occidentalis*, pourraient s'avérer des auxiliaires de lutte.

Tarsonème du fraisier et tarsonème trapu

Le tarsonème du fraisier et le tarsonème trapu sont de taille microscopique, ne mesurant pas plus de 0,25 mm de long. On ne peut pas les voir sans loupe. Les deux pattes postérieures de la femelle sont effilées alors que celles du mâle ressemblent à des pinces.

La femelle, de couleur brun pâle, dépose une centaine d'œufs, dont 80 % sont femelles, près du collet de la plante ou le long de la nervure médiane des feuilles non encore déployées. Le cycle biologique des tarsonèmes comprend un stade larvaire à six pattes puis un stade nymphal dormant à huit pattes, comme celui des tétranyques à deux points. Le cycle complet, de l'œuf à l'adulte, dure environ deux semaines mais varie en fonction de la température.

Les premiers signes de leur présence sont habituellement la déformation du limbe et/ou le développement insuffisant, la brûlure ou la torsion des boutons floraux et des fleurs. Des plages violacées apparaissent souvent sur le feuillage. Le tarsonème du fraisier se nourrit des tissus autour du collet des plantes ou des boutons floraux. Quoique le cyclamen soit habituellement la plante la plus gravement endommagée, cet acarien peut aussi s'attaquer aux plantes vertes, aux plantes à massif et à d'autres cultures empotées.

Cécidomyies (moucheron à galles)

Ces petites mouches (1 mm) à silhouette délicate pondent leurs œufs dans les feuilles, les tiges ou les boutons floraux des plantes ornementales. Les larves creusent des galeries dans les tissus de la plante, ce qui provoque le gonflement des tiges, la formation de galles sur les feuilles ou l'affaissement des boutons.

La cécidomyie du chou-fleur est un organisme de quarantaine qui s'attaque aux cultures du genre *Brassica*. Elle infeste surtout les légumes de serre, mais aussi les plantes à massif du genre *Brassica* (choux, brocolis et autres) ainsi que les choux fourragers et choux ornementaux. La cécidomyie du chou-fleur est présente dans certaines parties de l'Ontario et du Québec. L'ACIA possède un Programme de certification visant la cécidomyie du chou-fleur (PCCCF), qui régit le transport en territoire canadien et l'exportation vers les États-Unis des plantes hôtes de la cécidomyie du chou-fleur et du sol associé à ces plantes, depuis des zones infestées vers des zones saines. Les plantes hôtes qui ne sont pas cultivées dans une serre certifiée en vertu du PCCCF ne peuvent être expédiées de ces zones vers des régions exemptes de cet organisme. Ce programme est lourd de conséquences

pour les producteurs qui exportent ces types de produits. Les exigences du PCCCF peuvent rendre certaines cultures non rentables économiquement aux yeux des floriculteurs. Pour plus d'information, communiquer avec un bureau local de l'ACIA (voir annexe D, *Autres ressources*, p. 162).

La cécidomyie du rosier est redoutée par les producteurs de roses de l'Ontario, car elle peut causer des pertes graves en très peu de temps. Les boutons floraux se courbent ou se déforment, puis brunissent et meurent. La cécidomyie est surtout à craindre durant les mois chauds d'été, car elle peut pénétrer dans les serres si des rosiers produits aux alentours en sont infestés. Les œufs éclosent au bout de deux jours environ; les larves parviennent à maturité en cinq à sept jours et tombent au sol pour la pupaison qui dure cinq à six jours, après quoi les adultes sortent pour ne vivre que quelques jours. Les traitements chimiques contre les adultes sont inefficaces. Contre la cécidomyie du rosier, une pulvérisation foliaire à base d'Orthene, un insecticide systémique, agit sur les larves installées à la base des boutons.

Chenilles et papillons

À un certain stade de leur cycle biologique, plusieurs espèces d'insectes se transforment en chenilles nuisibles pour les cultures de serre. Parmi ces espèces, *Duponchelia fovealis*, un organisme de quarantaine, les tordeuses, les enrouleuses, les légionnaires, les vers-gris, les arpen-teuses, les noctuelles, les sphinx, les lieuses et les perce-tiges tachetés. Les papillons nocturnes adultes issus de ces chenilles sont souvent attirés par la lumière des serres en été et pondent alors des œufs d'où éclosent les chenilles déprédatrices.

Duponchelia fovealis est un petit papillon de nuit brun grisâtre qui s'attaque à un vaste éventail d'hôtes, notamment à de nombreuses cultures ornementales de serre. D'origine méditerranéenne, il s'est établi dans les serres de nombreux pays d'Europe du Nord. Bien qu'il ne se soit pas encore établi en Amérique du Nord, il est souvent intercepté dans les arrivages de fruits et légumes frais et de matériel végétal en provenance d'Europe. Des infestations occasionnelles au Canada et aux États-Unis déclenchent des opérations de mise en quarantaine et d'éradication. Les hôtes comprennent le rosier, le bégonia, le cyclamen, le gerbera, le kalanchoe, l'anthurium et le poinsettia. Pour plus d'information, communiquer avec le bureau local de l'ACIA (voir l'annexe D, *Autres ressources*, p. 162).

Les légionnaires et les vers-gris se nourrissent directement du feuillage et peuvent causer des dégâts considérables avant d'être détectés. Ces deux espèces sont de couleur brun foncé ou grise avec des rayures longitudinales. Les vers-gris se terrent dans le sol durant le jour et sortent le soir pour se nourrir. On peut venir à bout des légionnaires et des vers-gris en utilisant les insecticides préconisés contre les chenilles.

La fausse-arpen-teuse du chou s'attaque généralement aux cultures de serre comme l'*alstroemeria* entre juillet et septembre. La fausse-arpen-teuse du chou est de couleur verte avec de légères rayures blanches tout le long du corps.

Les perce-tiges tachetés creusent des galeries dans les tiges des plantes et peuvent, en conséquence, être plus difficiles à détruire.

La pyrale du maïs est un autre foreur qui peut être dévastateur dans les cultures légumières de serre, sa présence n'étant parfois détectée qu'une fois qu'un fort pourcentage de la culture a été infestée. Normalement, les infestations par la pyrale du maïs débutent au printemps, autour de mai et du début de juin. On compte deux générations de ce foreur dans le sud-ouest de l'Ontario et une seule ailleurs dans la province.

Les pièges sexuels (à phéromones) peuvent être utilisés pour le dépistage de certaines espèces de papillons de nuit, tandis que les pièges lumineux permettent de détecter la présence d'un plus grand nombre d'espèces différentes.

Il est préférable de faire un dépistage précoce de ces espèces et de commencer à les combattre avant que les jeunes chenilles ne se mettent à faire des ravages. Des moustiquaires sur les prises d'air limitent l'entrée des noctuelles dans les serres. Un bon programme de lutte contre les mauvaises herbes, à l'intérieur et à l'extérieur des serres, réduit les foyers d'infestation potentiels. Des applications d'un insecticide bactérien (Dipel ou Thuricide) assurent une bonne maîtrise des arpen-teuses et de la plupart des chenilles défoliatrices qui ne sont pas des mineuses.

Chrysomèle rayée du concombre

Ce coléoptère jaune-vert mesure environ 6 mm de long et se caractérise par trois rayures longitudinales. La chrysomèle rayée du concombre, ainsi que sa proche parente, la chrysomèle maculée du concombre, sont des vecteurs de la bactérie *Erwinia tracheiphila* qui provoque la flétrissure bactérienne dans les cultures de concombre et d'espèces apparentées comme le melon et la courge.

La chrysomèle rayée du concombre hiverne au stade adulte sous les feuilles, les vieux rondins ou les détrit. Elle sort le printemps suivant, s'accouple et s'alimente pendant plusieurs semaines. Elle pond ses œufs jaune orangé dans le sol à la base des plants.

Les larves éclosent habituellement dix jours plus tard pour se nourrir des racines des plantes pendant deux à six semaines. À maturité, les larves mesurent environ 9 mm de long. La pupaison se produit dans le sol. Les adultes sortent des pupes après environ une semaine. On ne compte qu'une génération de cet insecte par année en Ontario.

Les adultes endommagent les plants en grignotant les feuilles, les tiges et les fruits. Le plus gros des dommages est toutefois attribuable à la bactérie responsable de la flétrissure qui habite leur tube digestif et qui résiste à l'hiver, protégée par le corps des chrysomèles en diapause. Au printemps, l'insecte inocule la maladie aux plantes par ses morsures de nutrition.

Il n'y a aucun moyen d'enrayer la flétrissure une fois que la plante est infectée. Les feuilles inoculées flétrissent généralement dans les cinq à six jours et la plante meurt en moins de deux semaines. La chrysomèle rayée du concombre peut aussi transmettre le virus de la mosaïque du concombre.

L'idéal est d'installer des moustiquaires sur toutes les ouvertures de la serre pour empêcher les adultes d'y pénétrer.

Cloportes

Les cloportes ont un corps ovale, gris et aplati, mesurant jusqu'à 13 mm de longueur, garni de sept paires de pattes. On reconnaît le cloporte commun à ses deux appendices en forme de queue, absents chez le cloporte vulgaire.

Tous deux sont détritivores (s'alimentent de matière organique en décomposition) mais peuvent, à l'occasion, se nourrir des racines et des parties tendres des plantes, endommageant ainsi les plantules. Ils se nourrissent la nuit et se dissimulent le jour, préférant des endroits sombres et humides, riches en matières organiques.

La stérilisation du sol et l'élimination de tout débris végétal en décomposition ainsi que de tout lieu humide contribueront à prévenir toute pullulation de ces organismes. Bon nombre des stratégies de lutte employées contre

les limaces et les escargots sont également efficaces contre les cloportes.

Cochenilles

Les cochenilles sont des insectes aptères minuscules mesurant jusqu'à 3 mm de longueur et dotés de pièces buccales du type piqueur-suceur. Leur corps est de forme ovale ou hémisphérique. Les cochenilles recouvrent leur corps d'une sécrétion cireuse, en forme d'écaille, qui leur est caractéristique. Les mâles, peu nombreux, sont ailés quant à eux.

La plupart des individus sont des femelles qui pondent des centaines d'œufs sous leur bouclier fixé à la plante. L'éclosion donne naissance à de petites nymphes mobiles qui migrent vers de nouveaux sites d'alimentation. À cause du prélèvement de sève, les plantes jaunissent, flétrissent, cessent de croître et se déforment.

Un certain nombre d'espèces de cochenilles ont récemment fait leur apparition sur les plantes ornementales cultivées en serre. Les importations croissantes de plantes vertes en provenance de régions tropicales en sont la source. Bon nombre des nouvelles variétés de fougères, de palmiers et de lierres sont très vulnérables aux infestations de cochenilles.

Pour limiter les infestations, mettre en quarantaine et inspecter le nouveau matériel, traiter ou détruire tout matériel infesté.

Les auxiliaires de lutte disponibles pour combattre les cochenilles à corps mou et à bouclier comprennent deux petites coccinelles, *Chilocorus nigritus* et *Lindorus lophanthae*. D'après certains rapports, une petite guêpe parasite, *Metaphycus helvolus*, contribuerait à combattre plusieurs espèces de cochenilles à corps mou. Une autre guêpe, *Aphytis melinus*, peut être utilisée contre plusieurs espèces de cochenilles à bouclier.

Cochenille des fougères

Le bouclier de cette cochenille ressemble à une coquille d'huître; il est brun et porte un renflement sommital plus pâle. On retrouve souvent cette cochenille sur les plantes vertes, notamment les fougères.

Cochenille des Hespérides

Les cochenilles femelles sont plates, brunes et souples. Elles ont une gamme d'hôtes étendue et produisent de grandes quantités de miellat propice à la formation de fumagine.

Cochenille hémisphérique

Le bouclier de cette espèce est très convexe, brun et luisant. Les fougères sont l'hôte favori de cet insecte.

Cochenille ronde du lierre et kermès rapace

Ces cochenilles d'apparence similaire ont un bouclier rond, de couleur pâle, avec un renflement proéminent jaunâtre au centre. Toutes deux attaquent une vaste gamme de plantes de serre comme le lierre, le palmier, le figus et le fuchsia.

Cochenilles farineuses

On trouve deux groupes distincts de cochenilles farineuses dans les serres. Les plus communes sont des insectes à coque blanche couverte de cire qui sucent la sève des feuilles avec leurs pièces buccales de type piqueur.

Ces cochenilles produisent du miellat en abondance. Les femelles (de 1 à 3 mm de long) pondent de grandes quantités d'œufs réunis en paquets cireux. Ces œufs éclosent au bout de cinq à dix jours pour donner naissance à des nymphes mobiles. Les nymphes mettent de six à huit semaines pour se transformer en adultes.

Les dégâts sont causés par le prélèvement de la sève et par l'apparition de la fumagine, un champignon noir ressemblant à de la suie, qui se développe sur le miellat. Les sécrétions cireuses des cochenilles nuisent à l'aspect des plantes.

Elles sont des ravageurs préjudiciables aux cultures abritées à cause de la dissémination rapide des larves mobiles et de leur aptitude à habiter sous les écailles des bourgeons et aux aisselles des feuilles. Les mâles, moins nombreux, sont de petits insectes ailés.

On peut découvrir à l'occasion, tapies dans des amas cireux sur les racines de plantes fanées ou jaunissantes, des cochenilles farineuses qui, elles, s'alimentent de racines ou d'humus souterrain. Ces insectes sont très semblables à ceux qui sont décrits ci-dessus, sauf qu'ils sécrètent moins de cire sur leur corps.

Examiner soigneusement tout matériel végétal introduit dans la serre pour déceler la présence de cochenilles farineuses. Toutes peuvent se propager de plante à plante, au stade de nymphe mobile, par l'intermédiaire de matériel contaminé ou de l'eau s'égouttant des pots. La plupart des infestations résultent de l'introduction de matériel végétal contaminé.

Les auxiliaires de lutte qui agissent contre les cochenilles farineuses sont la coccinelle australienne, *Cryptolaemus montrouzieri*, la coccinelle commune, *Hippodamia convergens*, et une guêpe parasite, *Leptomastix dactylopii*.

Coléoptères

Les coléoptères constituent l'ordre d'insectes réunissant le plus grand nombre d'espèces dont un petit nombre seulement s'attaquent aux cultures ornementales de serre. Deux espèces toutefois méritent d'être mentionnées.

Le scarabée japonais est un organisme de quarantaine présent dans certaines parties de l'Ontario. Adulte, il mesure environ 1 cm de long et est de couleur brune aux reflets métalliques verts. Il se reconnaît aux touffes de poils blancs qui garnissent chaque côté de son abdomen. Les larves vivent dans le sol. En forme de « C », elles ont la tête brune et possèdent trois paires de pattes. À maturité, les larves mesurent environ 2,5 cm de long. Le fait que ce ravageur soit justiciable de quarantaine signifie que ses déplacements sont réglementés, tout comme celui des végétaux, du sol et des matières pouvant en être infestés, de manière à prévenir sa dissémination à des zones non infestées. Même s'il ne s'agit pas d'un ennemi majeur des cultures de serre en Ontario, le scarabée japonais peut parfois avoir des répercussions sur le transport de matériel végétal vers une destination canadienne ou étrangère, selon la culture produite et l'installation qui sert à cette culture. Certaines cultures, comme le gazon et le carex, sont particulièrement menacées par ce ravageur. Pour plus d'information, communiquer avec le bureau local de l'ACIA (voir annexe D, *Autres ressources*, p. 162).

Le deuxième coléoptère d'importance est le charançon noir de la vigne. Celui-ci se reconnaît à sa carapace, à sa tête prolongée par un rostre, ou trompe, et à ses antennes coudées. Le charançon noir de la vigne va du brun terne au noir, mesure environ 9 mm de long et a le dos finement côtelé. Les larves sont des vers apodes à tête brun rougeâtre que l'on trouve au milieu des racines de nombreuses plantes à massif.

Les adultes pondent leurs œufs en juin; les larves se nourrissent des racines pendant le reste de la saison. Les larves attaquent un large éventail de plantes parmi lesquelles le rosier, le géranium, la fougère, le gardénia, le kalanchoe et le rhododendron. Bien que le charançon adulte ne vole pas, il se déplace facilement vers de nouvelles aires de mise en culture.

Les interventions pour le combattre devraient avoir lieu à la fin de mai et en juin. Une inspection des racines des

nouvelles plantes à introduire dans la serre constitue un autre moyen d'éviter les infestations.

Collemboles

Ces petits insectes, dépourvus d'ailes, mesurent 2 à 6 mm de long. Ils peuvent être blancs, gris, jaunes, rouges, orangés, pourpres, bruns ou tachetés.

On les trouve habituellement à la surface du sol humide des pots ou dans le sol même. À l'extrémité de leur abdomen, un organe qui fait fonction de ressort leur permet de faire des bonds.

La plupart sont détritivores, se nourrissant de matière organique en décomposition, d'algues ou de champignons. Comme ils ne s'en prennent pas d'ordinaire aux végétaux vivants, la lutte chimique est rarement justifiée.

Escargots et limaces

Les limaces sont des mollusques, créatures à corps mou, de couleur gris foncé, d'une longueur variant de 1,3 à 10 cm. Elles rampent sur les plantes en laissant derrière elles une traînée de bave luisante. Elles se nourrissent du feuillage de la plupart des plantes de serre, déchiquetant les feuilles et pouvant même détruire entièrement un plant.

Les escargots sont de même couleur et de même aspect que les limaces, à la différence qu'ils transportent toujours leur coquille. Les coquilles ont des couleurs et des marques variées et mesurent de 1,3 à 5 cm de diamètre. Les escargots sont particulièrement préjudiciables aux jeunes plants. Ils perforent les fleurs et les feuilles de nombreuses plantes, qu'ils abandonnent visqueuses et déchiquetées.

Un seul escargot peut pondre jusqu'à 100 œufs, selon l'espèce. La limace est moins prolifique et, si le temps est sec, ses œufs attendent pour éclore que le milieu soit de nouveau humide.

Les escargots et les limaces ont besoin d'un milieu humide et d'une forte hygrométrie pour survivre. Ils fuient le soleil et sortent surtout la nuit ou par temps couvert. Le jour, les limaces se cachent sous des planches et des pierres ou dans des endroits qui leur procurent ombre et humidité. Si l'air ou le substrat est sec, l'escargot se rétracte au fond de sa coquille et entre dans une période de dormance qui peut durer jusqu'à quatre ans.

On peut lutter indirectement contre ces organismes en éliminant autant que possible leur habitat de prédilection.

Éliminer les planches, les briques et autres objets en contact avec le sol ou les disposer de manière à ce que l'air puisse circuler tout autour.

Maintenir une densité de peuplement qui permette aux rayons du soleil d'atteindre le sol, à l'air de circuler et au substrat de s'assécher.

Si une faible densité de peuplement n'est pas souhaitable, éparpiller sur le sol un matériau qui rebute les escargots, tel que des copeaux de thuya grossiers ou des coquilles d'œuf écrasées. La sciure de bois et la terre de diatomées repoussent efficacement les mollusques, à condition qu'elles soient sèches.

Voici des dispositifs qu'on peut utiliser pour attirer ou capturer les limaces et les escargots, et les détruire ensuite : des coupelles remplies de bière ou d'un mélange d'eau et de levure commerciale comme appât; des moitiés de pamplemousses ou des pots de fleurs posés à l'envers sur le sol, recouvrant des escargots et des limaces écrasés.

La lutte chimique fait appel à des substances pesticides présentées sous forme d'appâts. Le métaldéhyde est toxique. Ne pas jamais le laisser à la portée des enfants et des animaux domestiques. L'usage prolongé de ces appâts engendre presque inévitablement de la résistance au sein des populations locales d'escargots et de limaces.

Fourmis

Les fourmis sont facilement reconnaissables à leurs antennes coudées et à leur fine taille. Elles mesurent de 1,5 mm à 6 mm de long.

Dans les serres où des insectes produisent un miellat en s'alimentant et où les fleurs ont des nectaires, les fourmis peuvent présenter un problème, car elles sont friandes de ces substances sucrées. Les pistes et les nids de fourmis repérés dans la serre ou aux abords de la serre doivent être traités. L'inondation des nids avec un savon insecticide et l'utilisation d'appâts renfermant de l'acide borique domestique donnent par ailleurs certains résultats.

Mineuse de la tomate

La mineuse de la tomate est un insecte nuisible semi-tropical qui peut infester les cultures de tomates en Ontario. Elle endommage les plants en s'alimentant des feuilles et des fruits. La mineuse de la tomate peut

aussi avoir comme hôte la pomme de terre et l'aubergine et, parmi les mauvaises herbes, la morelle et les espèces apparentées.

La mineuse est une petite noctuelle brun pâle d'environ 6 mm de long. De mœurs nocturnes, elle pond le gros des ses œufs sur les feuilles les plus jeunes durant les toutes premières nuits de sa période active. Au sortir de l'œuf, les larves déambulent un court moment sur les feuilles avant d'y pénétrer pour creuser leurs galeries.

Il y a quatre stades larvaires, les deux premiers se déroulant à l'intérieur des feuilles. Durant les deux derniers stades, les larves se cachent dans deux feuilles qu'elles ont reliées par des fils, dans une feuille repliée sur elle-même ou à l'intérieur du fruit. Les larves ont cette caractéristique de pénétrer dans les fruits juste sous le calice.

Les larves à maturité peuvent soit rester sur le plant, soit tomber au sol pour la pupaison. Au sol, la pupaison se produit normalement dans les 15 premiers centimètres de sol. La mineuse de la tomate n'entre pas en diapause, si bien qu'elle continue de se propager pendant toute l'année, ralentissant un peu ses activités pendant les périodes de froid. Le cycle biologique complet, de l'œuf à l'adulte, dure habituellement de 28 à 70 jours, selon la température. À 24 °C, il dure 28 jours et à 30 °C, seulement 19 jours.

Moyens de lutte :

- Inspecter toutes les plantules, à la recherche de dommages causés par les larves.
- Détruire tous les vieux plants infestés et les débris de cultures infestées.
- Dépister la mineuse de la tomate à l'aide de pièges sexuels ou lumineux et par des inspections régulières des cultures. À noter que les pièges sexuels attirent uniquement les mâles de la mineuse de la tomate, tandis que les pièges lumineux attirent les deux sexes ainsi que de nombreuses autres espèces d'insectes.
- Enlever à la main les feuilles endommagées et détruire les larves abritées dans les galeries.
- Détruire les mauvaises herbes et les sauvagions de tomate à l'intérieur et aux abords de la serre.
- Poser des moustiquaires sur les prises d'air.

Nématodes parasites des racines

Les nématodes qui parasitent les plantes sont de minuscules organismes (< 1 mm de long) vermiformes, qui vivent dans la zone racinaire du substrat. On les divise en deux grands groupes : les ectoparasites (qui attaquent les

plantes de l'extérieur) et les endoparasites (qui passent au moins une partie de leur cycle biologique à l'intérieur des tissus des plantes).

Tous les nématodes parasites sont pourvus d'un stylet buccal qui leur sert à injecter de la salive dans les tissus des végétaux. Et c'est justement cette salive qui cause le plus de dommages et qui entraîne la nécrose des tissus ou la prolifération des cellules hypertrophiées qui forment les galles.

Les nématodes endommagent les plantes essentiellement en minant leur capacité d'absorber l'eau et les éléments nutritifs. Au-dessus du sol, la présence des nématodes se manifeste par des plants chétifs qui se fanent au soleil, des feuilles jaunes ou vert pâle, et des fruits ou des fleurs rabougris.

Dans les serres où le sol est traité chimiquement contre les nématodes après chaque culture, les infestations réapparaissent souvent parce que les produits chimiques ne pénètrent pas assez loin dans le sol. Il faut toujours aérer suffisamment les sols traités avec des nématicides pour ne pas nuire à la culture suivante.

Nématode à stylet, *Paratylenchus projectus* (Jenkins)

Ce nématode, qui est indigène en Ontario, s'attaque à une vaste gamme de cultures de serre (maraichères et florales); les rosiers sont particulièrement affectés. Tous les stades de ce nématode sont filiformes et invisibles à l'œil nu. Cette espèce est active, aussi bien dans les sols à texture fine (argile) que dans les sols à texture grossière (sable).

Le nématode à stylet ne pénètre pas à l'intérieur des racines mais il pique les poils absorbants et les cellules superficielles du bout des racines pour ponctionner sa nourriture. Les dégâts de ce nématode ne font pas apparaître de symptôme spécifique, du genre galle ou lésion, au niveau des racines; par contre, ils déterminent des symptômes généraux au niveau des organes aériens.

Nématode cécidogène du Nord, *Meloidogyne hapla* (Chitwood)

Il s'agit d'un autre nématode endoparasite, indigène des sols de l'Ontario. Il s'attaque à presque tous les types de légumes et à de nombreuses espèces florales, notamment le rosier, la violette africaine et le géranium. Les premiers stades larvaires sont filiformes et invisibles, alors que les derniers stades et les adultes ont la forme d'une perle ou d'une arachide et sont à peine visibles lorsqu'ils sont extraits des racines.

Ce nématode envahit les racines et y passe le reste de son existence pour former des renflements, appelés nodosités ou galles, et entraîner une prolifération excessive des racines. Les racines infestées ne changent pas nécessairement de couleur sauf si elles sont attaquées par des bactéries et par des champignons.

Nématode cécidogène du Sud, *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White)

Ce nématode endoparasite n'est pas indigène en Ontario, où il ne peut résister aux froids de l'hiver. Mais bien à l'abri dans les serres, il est devenu persistant. Nuisible surtout à la tomate et au concombre, il s'attaque également à un certain nombre de cultures florales et de plantes vertes.

Les dégâts aux racines et les symptômes se distinguent de ceux du nématode cécidogène du Nord par la taille plus grosse des galles et l'absence de pilosité fine sur les galles. Sur les plants de tomate, une carence en phosphore (taches violacées) peut se manifester sur la face inférieure des feuilles, ou bien la bordure des feuilles peut s'ourler vers le bas; les plants de tomate et de concombre affectés sont sujets au flétrissement.

Nématode « dague », *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky)

Il s'agit d'un nématode ectoparasite qui n'est pas indigène en Ontario, mais qui a été introduit dans les serres sur le matériel végétal de multiplication. Comme il préfère les plantes aux racines ligneuses, on le trouve le plus souvent dans les cultures comme le fraisier, la vigne et le rosier. Ce nématode survit sur les souches des plants, au creux des fourches des racines.

Étant l'un des plus gros nématodes à s'attaquer aux plantes, ce ver filiforme de 6 mm de long peut être observé à l'œil nu sur les racines si on regarde bien attentivement. Ses morsures de nutrition sur les jeunes racines font apparaître des galles dont l'aspect rappelle les nodosités causées par le nématode cécidogène, mais en plus gros. Ces galles sont en fait un renflement arrondi du bout des racines, qui se remarque d'autant plus que la racine, au-dessus, est nécrosée et amincie.

Nématode des feuilles du chrysanthème, *Aphelenchoides ritzemabosi* (Shwartz)

Ce nématode n'est pas indigène en Ontario mais il a été introduit par des plants de pépinière. Il est pratiquement identique au nématode des feuilles du fraisier. Il se déplace et infeste les plants de la même manière.

Les premiers symptômes sont des ponctuations brun foncé à la face inférieure des feuilles et le changement de couleur des nervures. Ensuite, les feuilles infestées brunissent ou noircissent, présentant des taches triangulaires bien distinctes entre les nervures. Pour finir, elles se dessèchent, se recroquevillent et pendent le long des tiges.

Plusieurs méthodes culturales contribuent à limiter les problèmes de nématodes :

- Utiliser un substrat artificiel (sans sol) ou un substrat stérilisé à la vapeur.
- Vérifier que les plants repiqués sont vigoureux et exempts de galles ou de lésions sur les racines.
- Utiliser des cultivars qui résistent aux nématodes ou qui les tolèrent, ou, le cas échéant, des porte-greffes résistants aux nématodes.
- Dans les cultures légumières cultivées avec sol (p. ex. tomate, concombre), butter les plants avec de la mousse de sphagne ou de la terre stérilisée, afin de stimuler la croissance des racines adventives et de prolonger ainsi la période de fructification.

Nématode des feuilles du fraisier, *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos)

Ce nématode n'est pas indigène en Ontario mais il a été introduit par des plants de pépinière. Il pose surtout problème chez le bégonia, mais il peut aussi s'attaquer à d'autres plantes ornementales de serre. Invisible et filiforme, il se déplace dans la fine pellicule d'eau à la surface des tiges et des feuilles.

Le nématode entre dans les feuilles par les stomates et se nourrit des tissus internes de la feuille, entraînant la formation de petites ponctuations brunes à auréole aqueuse sur la face inférieure des feuilles; ces taches s'étendent puis fusionnent, deviennent brun foncé et visibles sur la face supérieure. À la fin, toute la feuille est malade.

Nématode des racines, *Pratylenchus penetrans* (Cobb)

Nématode indigène des sols de l'Ontario, cet endoparasite peut s'attaquer à une vaste gamme de cultures florales et légumières de serre. À tous les stades, ce nématode est filiforme et invisible à l'œil nu.

Il envahit les tissus extérieurs des jeunes racines, provoquant de petites lésions brunes ou noires de forme elliptique qui, en fusionnant, forment de grandes taches et finissent par tuer les racines.

Nématodes parasites des feuilles

Un petit nombre d'espèces de nématodes s'attaquent au feuillage des plantes. Leur présence se manifeste par des symptômes s'apparentant à ceux de plusieurs maladies et carences nutritionnelles.

Punaises ternes

Ces insectes d'environ 6 mm sont de couleur jaune-brun et possèdent un appareil buccal de type piqueur. Les adultes et leurs nymphes vertes se nourrissent d'une très vaste gamme de cultures et de mauvaises herbes. Ils peuvent être redoutables pour les cultures de serre comme le chrysanthème, le gerbera, le concombre et le poivron.

Les punaises déposent leurs œufs dans les tissus des plantes. Les petites nymphes complètent leur cycle biologique en quatre semaines environ. Elles endommagent les jeunes pousses en provoquant la déformation du feuillage et la mort ou la déformation des boutons floraux. Elles sont particulièrement actives pendant l'été et vers la fin de l'automne et peuvent pénétrer dans les serres en provenance de mauvaises herbes avoisinantes.

Elles ont tendance à apparaître dans les cultures où l'utilisation de pesticides est minimale. Un bon moyen d'en réduire les populations est d'éliminer les mauvaises herbes qui leur servent d'hôtes au printemps et en été ou d'abris pendant l'hiver. Des moustiquaires sur les ouvertures de la serre sont efficaces contre cet insecte.

Ravageurs vertébrés

Les rats et les souris peuvent être très préjudiciables dans la serre. Ils se nourrissent de n'importe quel type d'aliments et causent des dégâts en rongant et en creusant.

Le surmulot ou rat d'égout et le campagnol des champs sont les prédateurs vertébrés les plus communs des serres. Les appâts renfermant des rodenticides à base de chlorophacinone, de diphacinone, de warfarine et de phosphore de zinc donnent certains résultats. Les trois premiers produits chimiques sont des anticoagulants qui nécessitent habituellement des doses multiples. Le phosphore de zinc n'est pas un anticoagulant et il est plus toxique; une seule dose peut suffire à tuer le rongeur. Prendre soin de déposer les appâts sous des abris hors d'atteinte des animaux domestiques et des enfants.

Pour réduire au minimum les risques d'apparition d'une résistance aux rodenticides, particulièrement aux anticoagulants, il faut toujours les utiliser en association avec des mesures comme les suivantes :

- Ranger dans des récipients bien fermés tout ce qui peut constituer de la nourriture pour les rongeurs.
- Multiplier les pièges, là où il y a des signes d'activité, en plaçant un piège tous les 2-3 m le long des murs.
- Placer les pièges perpendiculairement à la paroi, avec l'appât et le déclencheur du côté de la paroi.
- Manipuler les pièges et les appâts avec des gants pour éviter d'y laisser des odeurs humaines.
- Essayer différents appâts. Appâts suggérés : beurre d'arachide mélangé à de l'avoine, raisins secs, jujubes ou autre aliment collant, ainsi que du coton, matière que les rongeurs aiment pour faire leur nid.
- Comme agents de lutte biologique, garder plusieurs chats dans la serre, des chattes de préférence, car elles sont en général plus prédatrices que les mâles.

Sauterelles

Les sauterelles, facilement reconnaissables, envahissent occasionnellement les serres. Elles s'attaquent à presque tous les végétaux et, quand elles sont nombreuses, peuvent les détruire. La présence de gazon et de mauvaises herbes près des serres peut occasionner une infestation de ces insectes, généralement vers la fin de l'été et en automne.

Symphyles

On trouve les symphyles, petits insectes blancs ressemblant à des mille-pattes, sous les pierres, dans le bois pourri et dans des sols humides et riches en matière organique en décomposition. Les symphyles ont un corps mince, long et blanc (1 à 5 mm), 10-12 paires de pattes ainsi que de longues antennes. Les mille-pattes ont pour leur part 15 paires de pattes.

Contrairement aux mille-pattes qui sont des prédateurs utiles, se nourrissant de nombreux insectes, les symphyles peuvent se prendre aux racines des plantes. Sur les racines de nombreuses cultures, on reconnaît les dégâts des symphyles aux marques noires minuscules correspondant aux lésions hémisphériques creusées dans les tissus. Les racines blessées s'épaississent et la plante devient chétive. Les lésions causées par les symphyles sur les racines et les poils absorbants sont les points d'entrée des maladies provoquant la pourriture des racines.

La stérilisation du sol à la vapeur ou l'élévation de sa température par solarisation contribue à réduire les populations de symphyles.

6. Lutte intégrée contre les maladies

La lutte intégrée contre les maladies fait appel à toutes les stratégies d'intervention disponibles, dans le but de maintenir la pression exercée par les phytopathogènes sous les seuils de nuisibilité économique. Cette forme de lutte ne cherche pas à prévenir les maladies par l'application systématique de fongicides, mais à promouvoir l'intégration, ou l'association, des diverses stratégies de lutte (culturales, physiques, biologiques et chimiques). Le recours systématique aux fongicides comme police d'assurance n'a plus sa place, car l'accent n'est alors pas mis sur le problème réel et peut amener une résistance aux fongicides et d'éventuels problèmes environnementaux.

Tout programme de lutte intégrée contre les maladies doit viser au minimum les objectifs de base suivants :

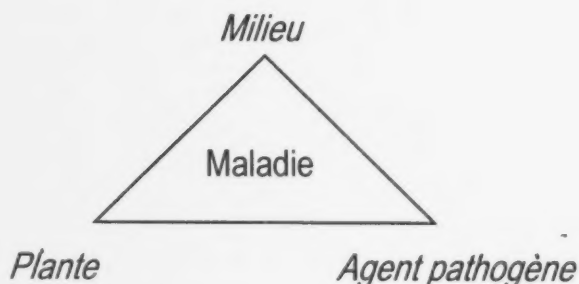
- Réduire les risques d'introduire des maladies dans la culture;
- Éviter de créer des conditions propices à l'apparition et à la propagation des maladies.

Un bon programme de lutte intégrée contre les maladies intègre quelques principes et concepts universels dans le système de production global de l'espèce cultivée. Il est important de bien comprendre les principes de la lutte contre les maladies, et les stratégies qui reposent sur ces principes, pour pouvoir adapter le programme de LI à la situation particulière de la serre et à celle de la culture. Un programme de lutte contre les maladies ne se résume pas à l'application de fongicides, qui, trop souvent, ne font que gommer les symptômes, sans régler le problème.

Concept du « triangle » de la maladie

Trois facteurs doivent être réunis pour qu'une maladie se déclare :

- Un agent ou organisme pathogène causant la maladie (champignon, bactérie ou autre);
- Une plante sensible à cet agent pathogène;
- Un milieu propice à l'interaction de ces deux facteurs.



Par exemple, *Thielaviopsis basicola* s'attaque à la pervenche utilisée comme plante à massif lorsque les températures de l'air et du substrat sont fraîches (15–17 °C), mais rarement quand les températures s'élèvent au-dessus de 21–22 °C. Toutefois, cet agent pathogène infecte les pensées lorsque les températures montent à plus de 25–26 °C, que le pH du substrat est élevé (supérieur à 6,5) et que l'hygiène est en général déficiente.

Le milieu de croissance comprend le sol ou le substrat dans lequel poussent les racines, ainsi que l'environnement ou l'air où poussent les tiges, les feuilles et les fleurs.

Pour ce qui a trait au sol ou substrat, il faut surveiller :

- le pH;
- les concentrations et l'équilibre des éléments nutritifs;
- la conductivité électrique;
- la capacité de rétention de l'humidité;
- la texture du substrat qui doit favoriser un bon drainage;
- l'oxygénation.

Pour ce qui a trait au milieu ambiant des parties aériennes, il faut surveiller :

- les niveaux d'éclairement;
- la température;
- la circulation d'air;
- l'humidité relative;
- la qualité de l'air.

Six grands principes de lutte contre les maladies

Exclusion

Empêcher les organismes pathogènes de s'établir dans la serre est l'un des aspects les plus importants de la lutte contre les maladies. Par exemple, les serriculteurs qui produisent des plants-mères de géranium appliquent ce principe lorsqu'ils achètent chaque année de nouvelles boutures ayant été déclarées exemptes d'organismes pathogènes à l'issue d'un indexage virologique. Ils réduisent ainsi les risques d'introduire des infections cryptogamiques (fongiques) et bactériennes comme la rouille du géranium ou la flétrissure bactérienne.

Les producteurs qui utilisent des substrats à base de terreau ou de compost font subir à ce matériau une pasteurisation qui élimine les organismes pathogènes du sol. L'utilisation de pots, de caissettes et de plateaux alvéolés neufs et propres contribue aussi à empêcher les maladies de se propager aux nouvelles cultures par la survie éventuelle de l'inoculum.

Précautions

Il s'agit ici d'adopter des pratiques qui relèvent du gros bon sens pour éviter des situations qui favorisent l'apparition de maladies. Par exemple, ne pas arroser par aspersion des cultures au feuillage dense vers la fin de la journée pour ne pas créer de conditions propices au déclenchement d'une infection par *Botrytis*.

Résistance

La résistance est la capacité intrinsèque de la plante-hôte de rester saine ou de résister aux agressions d'un organisme pathogène, malgré la présence de ce dernier ou de conditions favorables à sa propagation. Par exemple, la plupart des nouveaux cultivars de tomates ont été sélectionnés pour leur résistance génétique aux pourritures des racines et du collet par *Fusarium*, et bon nombre des cultivars de bégonias Rieger sont actuellement sélectionnés en fonction de leur résistance ou tolérance au blanc.

Protection ou prévention

Lorsque les conditions sont propices à une maladie, on peut souvent protéger les cultures en utilisant des fongicides à des fins préventives, avant même l'apparition des premiers symptômes. Toutefois, cette mesure proactive doit être adoptée avec discernement et uniquement sous des conditions de culture précises ou à des stades de croissance particuliers. Par exemple, on peut protéger les bractées du poinsettia contre les infections par *Botrytis*

en effectuant un traitement fongicide au Decree à la fin de chaque cycle de culture de cette plante. Cette mesure peut être indiquée lorsque le froid sévit à l'extérieur et que les températures dans la serre ont été abaissées pour acclimater la culture avant de l'expédier.

L'application, dès l'apparition des boutons, d'un fongicide destiné à contrer la pourriture des racines causée par *Pythium* chez le lis de Pâques est un bon exemple d'un traitement préventif, car on sait pertinemment qu'à cette phase d'épanouissement rapide des bourgeons, la pourriture des racines est à craindre et provoque le jaunissement des feuilles inférieures.

Éradication

Différents moyens permettent d'enrayer les organismes pathogènes. La pasteurisation à la vapeur des planches de culture ou des matelas de laine de roche permet par exemple d'éliminer les nématodes et les organismes pathogènes du système racinaire. Les produits désinfectants comme l'eau de Javel ou les composés de chlorure d'ammonium quaternaire sont efficaces contre les bactéries ou les spores de champignons qu'on retrouve dans la poussière, sur les banquettes, à l'extérieur ou à l'intérieur des conduites ou goutteurs des réseaux goutte-à-goutte, ou sur les outils servant à la multiplication des plants ou aux soins cultureux.

Les sélectionneurs et les producteurs de boutures de plants-mères utilisent systématiquement l'indexage virologique et la culture de tissus pour vérifier l'absence de bactéries et de virus chez les plants qu'ils multiplient par voie végétative.

Traitements curatifs

On applique des traitements curatifs sur les plants infectés pour enrayer la sporulation et la propagation du champignon causal. Par exemple, on pulvérise du Nova sur le feuillage des rosiers pour tuer le mycélium du champignon responsable du blanc.

Stratégies fondamentales de la lutte intégrée contre les maladies

Reconnaissance des symptômes

Une lutte efficace contre les maladies commence avant la mise en culture. D'abord, il est bon de connaître les maladies les plus à craindre si l'on veut se tenir à l'affût des problèmes qui risquent de se manifester. Il reste qu'une multitude de nouvelles plantes sont introduites chaque année et qu'on ne connaît pas leur vulnérabilité aux maladies. L'expérience montre que la plupart des nou-

veaux végétaux sont sensibles à bon nombre des mêmes maladies que les producteurs doivent combattre depuis des décennies.

Savoir reconnaître les symptômes caractéristiques des grandes maladies ayant une incidence économique est crucial pour diagnostiquer rapidement les maladies et adopter aussitôt les mesures de lutte qui s'imposent.

Dépistage

Des opérations de dépistage périodiques fournissent des données fiables qui peuvent orienter un programme de lutte intégrée contre les maladies, pourvu que l'inspection se fasse de façon suivie et structurée. Il est aussi indispensable de faire le dépistage des maladies que d'inspecter les cultures pour voir s'il y a lieu d'arroser ou d'appliquer un régulateur de croissance. Le dépistage des maladies doit faire partie intégrante des étapes de la production. Les exploitants qui cultivent un éventail de cultures peuvent gagner du temps en se concentrant sur les cultures affichant des sensibilités connues à certaines maladies, ou aux zones de la serres qu'ils savent plus sujettes à présenter certains problèmes, p. ex. aux abords des portes d'entrée où sévit davantage le blanc. Des relevés hebdomadaires s'imposent.

Pour surveiller efficacement l'apparition et l'évolution des maladies, inspecter chaque semaine les feuilles et les fleurs (si elles sont présentes) ainsi que les racines. Cette dernière tâche ne présente aucun problème dans le cas des cultures en contenants, mais peut être plus difficile à réaliser dans le cas des cultures de fleurs coupées de pleine terre. Mesurer le pH et la conductivité électrique du sol (CÉ) toutes les deux semaines dans chacune des cultures, car ces facteurs ont habituellement une incidence sur la vulnérabilité des racines aux agents responsables des pourritures des racines. Une détection précoce facilite la maîtrise des maladies et des ravageurs sédentaires comme les pucerons et les acariens. Il suffit alors parfois d'une pulvérisation ou d'une intervention localisée pour enrayer le problème.

Le dépistage n'est utile que dans la mesure où les données qui suivent sont consignées. Ces données sont par la suite utilisées pour cerner un problème dont souffrent les cultures ou pour faire le bilan de la campagne agricole. Voici donc les données à consigner lors des opérations de dépistage ou lors des applications de fongicides :

- date;
- compartiment ou section de la serre;
- espèces et cultivars;
- stade de développement des cultures;
- maladies des cultures (constatées ou soupçonnées);
- traitement (pesticide employé, taux, surface traitée, durée du traitement, etc.);
- conditions environnementales (température, HR, conditions extérieures).

Réglage des paramètres d'ambiance

Les facteurs environnementaux comme l'éclairage, la température de l'air, la température des végétaux, l'humidité relative, la circulation d'air, la composition du substrat, le pH, la conductivité électrique et l'état nutritionnel de la culture influencent non seulement la santé des végétaux, mais également l'incidence des maladies qui les frappent. Le réglage des paramètres d'ambiance dans le but de lutter contre les maladies est une opération complexe à cause des effets simultanés de ces paramètres sur la culture.

Il est important de bien connaître et comprendre les conditions de croissance optimales d'une culture et les maladies communes qui la menacent :

- Éviter les niveaux extrêmes d'humidité relative et, surtout, les changements brusques d'humidité relative, afin de limiter les conditions propices à la prolifération du champignon *Botrytis*, du blanc et du mildiou et d'y exposer les plants le moins longtemps possible.
- Se rappeler que la température à la surface des feuilles est plus faible dans les serres recouvertes de plastique que dans les serres en verre, à cause du rayonnement dans le rouge lointain qui augmente la perte de chaleur.
- S'assurer que l'air circule bien dans toute la serre pour que la température soit uniforme partout dans la culture et pour éviter que l'humidité ne se condense sur certains plants, surtout le soir, ce qui créerait des conditions idéales pour l'apparition du blanc et des infections par *Botrytis*.
- Éviter autant que possible de soumettre la culture à toute condition extrême. Par exemple, dans le cas des cyclamens, la combinaison forte chaleur et surfertilisation favorise la pourriture du collet et des racines par *Fusarium* et la combinaison forte chaleur et forte humidité relative rend les boutures vulnérables aux attaques par *Rhizoctonia* pendant ou juste après la

multiplication. Éviter aussi les températures basses qui, elles, sont favorables à la prolifération de *Pythium* dans les cultures qui ont besoin de chaleur.

Modification des pratiques culturales

Les plantes qui souffrent constamment de stress sont plus vulnérables aux attaques des organismes pathogènes. Il y a stress ou agression quand le milieu où vivent les racines ou les parties aériennes de la plante laisse à désirer.

Bien comprendre ce dont la culture a besoin pour assurer sa croissance. Les cultures ne tolèrent pas toutes les mêmes conditions. Par exemple, le lis de Pâques et la primevère ont des besoins très différents; les racines du lis de Pâques ne tolèrent pas un substrat ou sol détrempé, peu oxygéné, tandis que les racines de la primevère ne tolèrent pas un substrat sec.

Au besoin, vérifier chaque semaine le pH du substrat ou du sol et sa conductivité électrique. Éviter les apports de fertilisants lorsque la salinité du sol ou du substrat est élevée. Le niveau à partir duquel on considère que la salinité est élevée varie selon la culture et le stade phénologique (se reporter au chapitre 2, *Eau, substrat et fertilisation*, p. 17). La salinité provoque des blessures sur les poils absorbants et les jeunes racines qui deviennent alors des points d'entrée pour les organismes pathogènes, comme *Pythium* et *Fusarium*.

Utiliser des contenants propres et des substrats poreux et bien drainés qui sont moins hospitaliers pour les organismes pathogènes tels que *Pythium* et *Phytophthora*.

Si des maladies foliaires se déclarent régulièrement, réexaminer les réglages et les pratiques touchant la température, l'humidité relative, la circulation d'air et l'arrosage. On peut souvent diminuer l'incidence des maladies foliaires en relevant la température dans la serre la nuit ou en relevant le seuil minimal de la température des conduites chauffantes en hauteur ou en s'assurant d'un renouvellement de l'air périodique durant la nuit.

Hygiène et élimination des plantes malades

L'hygiène est la première composante de tout programme de lutte contre les maladies. Si une source d'infection ou d'infestation est constamment présente à cause d'un manque d'hygiène, les programmes de lutte contre les maladies deviennent de plus en plus coûteux et d'une efficacité décevante. De bonnes habitudes d'hygiène constituent la première ligne de défense contre les maladies

dans la serre et à ses abords immédiats, et ce, durant tous les stades de la production.

L'assainissement de la serre oblige à des efforts continus à longueur d'année. La propreté seule ne suffit pas pour enrayer les problèmes phytosanitaires, mais elle est la condition première de tout programme de lutte et doit faire partie intégrante de toutes les stratégies mises en œuvre. Les précautions suivantes sont importantes :

- Installer des pédiluves aux endroits où l'on passe d'une chapelle à l'autre, en particulier entre les chapelles consacrées à la multiplication ou culture des plants-mères. Il est indispensable de renouveler régulièrement la solution désinfectante des pédiluves. Se conformer au mode d'emploi du désinfectant utilisé. L'eau de Javel à usage domestique n'est pas recommandée dans les pédiluves.
- Sortir de la serre les plantes, les feuilles et les fleurs mortes et fanées dès qu'on les remarque. Dans la culture du géranium, le prélèvement de toutes les fleurs mortes et leur évacuation de la serre jouent un rôle appréciable pour réduire l'incidence de *Botrytis*. Ne pas laisser de plants malades sous les banquettes.
- Jeter les plants atteints de maladies tenaces dans des poubelles commerciales et les porter au dépotoir pour réduire les sources d'inoculum.
- Pour évacuer les végétaux malades, utiliser des brouettes ou des chariots strictement réservés à cet usage. À défaut, les désinfecter après chaque usage.
- Exiger des employés qu'ils portent des gants jetables quand ils manipulent des plants malades. À défaut, exiger qu'ils se lavent les mains soigneusement avec du savon ou une lotion bactéricide avant d'entreprendre une autre tâche. De même, lorsqu'ils prélèvent des boutures, ils doivent se laver les mains entre chaque cultivar.
- Entasser les déchets de cultures normaux à bonne distance de la serre et en aval des vents dominants pour empêcher que des particules de substrat ou de tissus végétaux ne rentrent dans la serre sous l'effet du vent ou de l'aspiration par les ventilateurs. Il est préférable de recouvrir ces déchets ou, sinon, de les emporter à intervalle régulier hors de l'exploitation.
- Garder propres les allées de la serre et les surfaces des banquettes. Assainir la serre entre les cultures.

- Inspecter minutieusement les parties aériennes et les racines du matériel végétatif que l'on achète pour produire les plants-mères. Avant de le rentrer dans la serre, il vaut mieux le mettre en quarantaine pendant un certain temps.
- Éviter de garder des plantes d'intérieur ou de jardin dans la serre pendant l'hiver. Elles peuvent être une source de maladies.
- Maintenir un bon drainage pour éliminer les flaques et les surfaces humides, car elles sont des lieux de reproduction idéaux pour les mouches des terreaux et les mouches des rivages. Ces insectes nuisibles sont une source possible d'infection par les organismes pathogènes des racines tels que *Pythium* et *Fusarium*.
- Maintenir la serre exempte de mauvaises herbes susceptibles d'abriter des organismes pathogènes comme le virus de la tache nécrotique de l'impatiante/virus de la maladie bronzée de la tomate ou des insectes qui peuvent être vecteurs de maladies ou de virus.
- En culture sur sol, désinfecter le terreau ou le sol avant d'y installer les cultures d'hiver pour limiter la présence d'organismes pathogènes s'attaquant aux racines et au collet des plantes. Se reporter à la rubrique *Méthodes de pasteurisation des sols et des substrats*, p. 80.
- Désinfecter régulièrement à la vapeur les banquettes où l'on produit les plants-mères.
- Avant de s'en servir, désinfecter les banquettes et les plateaux de culture des plants-mères afin d'éliminer les bactéries et les champignons.
- Utiliser des banquettes en métal déployé plutôt que des banquettes de bois pour faciliter le nettoyage et limiter la propagation et la survie des organismes pathogènes pendant la multiplication des plants.
- Balayer ou aspirer les surfaces des banquettes, avant de les désinfecter, pour assurer un contact maximal avec la solution désinfectante et donc un maximum d'efficacité. La tourbe et toute autre matière organique laissées sur les banquettes avant l'assainissement réduisent l'efficacité de la plupart des produits d'assainissement. Si nécessaire, laver à grande eau les banquettes et les parois de la serre avec des détergents horticoles pour détruire les algues avant la désinfection.

- Vider et désinfecter le bassin collecteur où retourne la solution nutritive recyclée, en même temps que les sols de béton ou les rigoles, pour ne pas recontaminer les aires de production.
- Tremper les couteaux à bouturer dans de l'alcool à 70 %, entre chaque cultivar, pour ne pas propager les maladies. Entre deux récoltes, faire une désinfection totale (vide sanitaire) de la structure de la serre (murs), des conduites chauffantes, des allées, des banquettes et du matériel de serre. Avec certains systèmes de production, le vide sanitaire n'est pas toujours réalisable.

Biosécurité

La biosécurité consiste à protéger l'économie et l'environnement du Canada des organismes nuisibles et des maladies. Elle passe par la réduction des risques d'introduction de nouveaux organismes nuisibles et de nouvelles maladies, ainsi que par l'éradication ou une maîtrise efficace de la propagation des organismes déjà introduits. Le temps que les producteurs consacrent à la mise en place des mesures inspirées du bon sens et destinées à prévenir l'introduction d'organismes nuisibles et de maladies sur leur ferme est un bon investissement. Dans le secteur de la floriculture de serre, ces mesures consistent en de bonnes pratiques d'hygiène et de lutte intégrée, telles qu'elles sont décrites au chapitre 3, *Lutte intégrée*, p. 39. L'élaboration d'une politique de biosécurité visant les visiteurs qui pénètrent dans les installations joue aussi un rôle important dans la réduction des risques d'introduction de nouveaux ennemis des cultures et de nouvelles maladies.

Désinfectants

Ces produits ont un rôle important dans la prévention et l'éradication des virus et des champignons pathogènes dans la serre. Il en existe un certain nombre :

- L'*Agribrom* peut être utilisé pour détruire l'enduit microbien visqueux qui se développe dans les installations de refroidissement par évaporation, ainsi que les algues et les enduits microbiens dans les réseaux d'irrigation. Toutefois, le maintien de la concentration voulue d'*Agribrom* dans les réseaux d'irrigation automatiques, même avec le « brominator », distributeur-doseur spécialement conçu, s'est révélé difficile pour la plupart des producteurs.
 - Une solution titrant 0,5–1 % d'hypochlorite de sodium. Mélanger 1 partie d'eau de Javel et 10 parties d'eau pour obtenir une solution finale tirant 0,5 %. Pour obtenir une solution titrant 1 %, mélanger 1 partie d'eau de Javel et 5 parties d'eau. Utiliser

une solution renforcée (jusqu'à 1 %) dans le cas de foyers de maladie graves ou pour désinfecter des banquettes de bois. Le chlore est un désinfectant très efficace, mais il se volatilise rapidement quand il est mélangé à l'eau et il perd la moitié de sa puissance en deux heures. Si des plantes se trouvent à proximité de l'aire désinfectée, aérer abondamment car les émanations d'eau de Javel peuvent les affecter. La matière organique inactive très rapidement le chlore. Il faut savoir que si des surfaces désinfectées au chlore sèchent rapidement, il pourra s'en dégager du chlore résiduel lorsqu'elles seront à nouveau mouillées.

- *L'Horti-Klor* est un agent nettoyant ou détergent qu'on peut utiliser en premier lieu pour enlever les algues et les résidus de plantes sur le matériel de conditionnement des plantes. Suivre le mode d'emploi du fabricant.
- Le *Chemprocide* est un composé de chlorure d'ammonium quaternaire doué d'un large spectre d'activité fongicide et bactéricide, dont l'usage est recommandé pour désinfecter les surfaces et les pédiluves.
- Le *Floralife D.C.D.* est un composé de chlorure d'ammonium quaternaire à action fongicide et bactéricide. Nettoyer à fond les surfaces avant de les désinfecter et faire en sorte qu'elles restent humides pendant 10 minutes pour que le produit agisse.
- Le *Virkon* est un désinfectant à base de monopersulfate de potassium qui possède une action fongicide, bactéricide et virucide à large spectre.
- Les composés de chlorure d'ammonium quaternaire sont très stables parce que le chlore n'y est pas volatil, mais ils désinfectent comme l'eau de Javel. Comme celle-ci également, ils sont inactivés quand ils entrent en contact avec une matière organique. Il est donc très important d'enlever le plus possible de matière organique sur les surfaces à désinfecter.

Méthodes de pasteurisation des sols et des substrats

Les substrats des serres, les sols des champs et les planches à base de terre servant à la culture des fleurs coupées contiennent des graines de mauvaises herbes, des insectes, des bactéries et des champignons qui peuvent nuire aux plantes cultivées. La même chose est vraie des substrats ou terreaux et de leurs composants, à moins qu'ils ne soient garantis stérilisés ou pasteurisés par le fabricant. Il est important de pasteuriser les milieux de culture renfer-

mant de la terre pour éliminer ces organismes nuisibles. Idéalement, ce traitement doit épargner les organismes utiles.

Rares sont les producteurs qui amendent encore leur substrat avec du sol, à cause de la difficulté à se procurer un sol arable de bonne qualité, à cause aussi des craintes quant aux résidus d'herbicides, au coût d'un traitement à la vapeur et aux coûts de main-d'œuvre qui s'y rattachent.

Les substrats sans sol ne sont pas stériles, mais abritent en général peu de maladies en raison de la faiblesse du pH de la mousse de sphaigne qui est récoltée dans les tourbières.

Vapeur

La pasteurisation fait le plus souvent appel à la vapeur comme source de chaleur. La vapeur s'emploie de différentes façons, selon le type de culture. Pour pasteuriser un terreau pour plantules de légumes ou plantes à empoter, certains producteurs entassent le terreau dans une remorque modifiée ou une vieille caisse de camion et injectent la vapeur par le fond. Quand le terreau est refroidi, le transporter jusqu'à l'endroit où il servira ou le recouvrir et l'entreposer dans un lieu isolé où les risques de contamination sont minimes.

Voici deux techniques de pasteurisation à la vapeur des planches de culture s'utilisent dans la production de fleurs coupées ou de légumes :

- Travailler d'abord les planches de culture au rotoculteur, puis les recouvrir d'une bâche. Injecter la vapeur directement sous la bâche avec un boyau en toile ou avec un tuyau de drainage en plastique souple perforé pour une répartition uniforme de la chaleur. Le sol doit être bien meuble et humide afin d'assurer une pénétration rapide et uniforme de la vapeur. De nombreux producteurs utilisent un petit ventilateur qui permet de soulever la bâche plus facilement. Insérer un géothermomètre à une profondeur d'au moins 15 cm dans le sol pour surveiller la température. Consulter le tableau qui suit pour connaître la durée nécessaire à la destruction des organismes lorsque des températures précises sont atteintes.
- Avant un éventuel passage du rotoculteur à la suite du traitement à la vapeur, prendre bien soin d'assainir l'appareil et éviter de travailler le sol à une profondeur supérieure à la profondeur de pénétration de la vapeur.

Quand on réutilise de la laine de roche, le temps nécessaire au traitement à la vapeur dépend du degré d'humidité de ce substrat et de la température utilisée. À 90 °C, un traitement à la vapeur d'une durée de 30 minutes devrait suffire. En règle générale, plus le substrat est humide, plus le traitement doit être long. Pour cette raison, le substrat doit être le plus sec possible avant le traitement à la vapeur. La laine de roche sortie des sacs de polyéthylène et empilée sur des palettes peut être stérilisée à la vapeur en deux heures. Si la laine de roche est enveloppée dans du polyéthylène, le traitement à la vapeur doit durer cinq heures. Ne pas empiler la laine de roche sur plus de 1,5 m de hauteur. Pour stabiliser la pile, placer chaque rangée de plaques à angle droit par rapport à la rangée du dessous. De plus, laisser un espace de 2,5 cm entre chaque plaque pour laisser passer la vapeur.

Quand on réutilise du matériel de compostage renfermant un substrat ayant déjà servi et des résidus végétaux, lui faire subir au préalable un traitement à la vapeur pour réduire au minimum les risques de maladie.

Rapport durée-température pour détruire les organismes indésirables

Le tableau ci-dessous indique le rapport durée-température nécessaire à la destruction des organismes nuisibles. Il montre qu'on peut éliminer la plupart des ceux-ci à la température idéale de 60 °C pendant 30 minutes.

Mauvaises herbes (la plupart)	70–80 °C pendant 15 min
Bactéries (la plupart)	60 °C pendant 10 min
<i>Fusarium</i>	57 °C pendant 30 min
<i>Botrytis</i>	55 °C pendant 15 min
Nématodes	55 °C pendant 30 min
<i>Rhizoctonia</i>	52 °C pendant 30 min
<i>Sclerotinia</i>	50 °C pendant 5 min
<i>Pythium</i>	46 °C pendant 40 min

À partir de 82 °C, le traitement commence à détruire également les organismes utiles du sol. Un sol porté à une température trop élevée pendant trop longtemps devient stérile et plus vulnérable aux infections qu'auparavant, simplement parce que tous les organismes utiles ont été détruits. Un chauffage excessif a de nombreux autres effets néfastes :

- dégagement excessif d'ammoniac;
- concentration toxique de manganèse;
- élévation de la teneur totale en sels;
- destruction de la matière organique.

Vapeur aérée

L'emploi de la vapeur aérée se généralise aujourd'hui pour les substrats servant à l'empotage. Cette méthode consiste à mélanger de la vapeur vive et de l'air dans une enceinte et à utiliser ce mélange (à 70 °C) pour pasteuriser le sol. Comme la température de ce mélange est moins élevée, on peut pasteuriser le sol tout en évitant les risques d'un chauffage excessif. À moins de problèmes particuliers, une température de 70 °C dans le sol élimine la plupart des insectes et des organismes pathogènes.

Pasteurisateurs électriques

Les pasteurisateurs électriques conviennent pour de petits volumes de substrat ou de sol, quand aucune autre méthode n'est disponible. Attention, ils peuvent facilement « cuire » le terreau. En effet, pour que le terreau situé entre les ailettes atteigne la température de 82 °C, il faut que les ailettes soient à une température plus élevée. Le substrat doit être humide pour mieux conduire la chaleur.

Fumigants chimiques

Certains fumigants (Basamid, bromure de méthyle, Telone, Vapam et Vorlex) peuvent aussi être utilisés pour pasteuriser les terreaux d'empotage ou les planches de culture dans les serres, bien qu'ils ne soient plus guère utilisés. Chacun de ces produits s'applique selon une dose particulière et agit de façon spécifique contre les insectes terricoles, les maladies, les nématodes et les mauvaises herbes. Il faut savoir que certaines formulations sont moins efficaces que d'autres contre certains ennemis des cultures en particulier; toujours lire l'étiquette du produit. Protéger les cultures dans les planches voisines contre une exposition accidentelle aux émanations toxiques.

On trouvera au tableau 6–1, *Fumigants chimiques pour traitement du sol*, p. 82, les fumigants qui sont efficaces pour le traitement en présemis ou préplantation des planches de culture à base de terre. Les quantités indiquées permettent de traiter 100 m².

TABLEAU 6-1. Fumigants chimiques pour traitement du sol

Contre les nématodes seulement	
	Dose (par 100 m²)
Telone IIB	2,0 L
Telone C-17	2,0 L
Vorlex Plus	2,5 L
Contre les nématodes, les champignons, les insectes et certaines bactéries	
Basamid (granulés)	3,25–5 kg, incorporé sur une profondeur de 15–23 cm
Vapam (liquide)	10 L
Vorlex Plus (liquide)	6 L
Bromure de méthyle/ chloropicrine	Cannettes pressurisées 98 % / 2 % : 7,5–10 kg Injectable 68 % / 31,8 % : 2,5–3,65 kg

Remarques sur le bromure de méthyle

Seuls les détenteurs d'un permis délivré par le ministère de l'Environnement de l'Ontario ont le droit d'appliquer le bromure de méthyle. Le bromure résiduel qui persiste dans le sol après le traitement peut réduire la germination et la croissance des plantes suivantes : sauge, œillet, agératum, alysum, antirrhinum, aster, souci, célosie, chrysanthème, cléome, coléus, coréopsis, dahlia, digitale, godétie, immortelle, ibéride, lobélie, matricaire, myosotis, némésia, nierembergie, pourpier, salpiglossis, verveine, pensée et pervenche.

Ne pas traiter au bromure de méthyle un sol où l'on va semer de la laitue ou d'autres légumes-feuilles.

Lutte contre les mauvaises herbes

La lutte contre les mauvaises herbes à l'extérieur et à l'intérieur de la serre est une des facettes importantes de tout programme de lutte antiparasitaire. Les mauvaises herbes peuvent servir de réservoir pour les organismes pathogènes. L'entretien assidu d'une lisière de gazon d'une largeur de 5 m autour des serres et entre elles diminuera les risques d'introduction de maladies provenant de l'extérieur.

L'application d'herbicides, le binage et la tonte demeurent les méthodes les plus pratiques pour se débarrasser des mauvaises herbes aux abords des serres. Des herbicides comme le Roundup ou le Gramoxone donnent de très bons résultats. Voir la rubrique *Herbicides* ci-dessous pour plus d'information.

Aucun herbicide n'est homologué pour être utilisé à l'intérieur des serres. Arracher les mauvaises herbes quand elles sont jeunes afin de prévenir la propagation des graines. Dans les installations de production de plantes à massif, le recouvrement de la surface du sol avec une toile noire limite au minimum la croissance des mauvaises herbes.

Vapeur

Comme il a été dit plus haut, la pasteurisation du sol à la vapeur éliminera les mauvaises herbes et la plupart des graines de mauvaises herbes si la température du sol peut être maintenue entre 70 et 80 °C pendant 15 minutes. Par contre, les graines se trouvant dans le sol non recouvert de la bâche et les graines à tégument résistant sont parfois capables de survivre.

Fumigation du sol

Le métam-sodium (Vapam), le dazomet (Basamid) et l'isothiocyanate de méthyle (Vorlex) sont utiles pour traiter les lits de semence et les substrats d'empotage. Ils se dégradent dans le sol pour produire un gaz qui détruit beaucoup de graines de mauvaises herbes ainsi que les nématodes et les champignons responsables de la fonte des semis et d'autres maladies des plantes. Ne pas utiliser ces produits quand des plants se trouvent dans d'autres parties de la serre.

Le bromure de méthyle est également efficace comme herbicide et comme stérilisant du sol. C'est un produit liquide qui, dès l'ouverture du récipient, s'échappe sous forme de gaz toxique. Seules les personnes qui ont obtenu le permis réglementaire peuvent utiliser le bromure de méthyle, par injection dans le sol sous membrane étanche, habituellement une bâche en plastique.

Herbicides

La publication 75F du MAAARO, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*, présente des renseignements sur les herbicides homologués en Ontario. Les traitements mentionnés dans cette publication font l'objet de multiples essais en plein champ et d'observations en conditions réelles. Les herbicides peuvent être particulièrement utiles dans la lutte contre les mauvaises herbes à l'extérieur de la serre, mais il faut souligner qu'aucun herbicide n'est homologué pour usage à l'intérieur des serres.

À cause de la volatilité des herbicides à base de phénoxy, ne jamais utiliser de tels herbicides ni même des engrais pour pelouse qui en sont imprégnés du côté de la serre où se trouve le ventilateur.

Les herbicides risquent par ailleurs d'endommager les cultures s'ils sont employés imprudemment. Il faut toujours arrêter les ventilateurs pendant l'application d'un herbicide pour éviter qu'il ne soit aspiré à l'intérieur de la serre. On peut se procurer un exemplaire de la publication 75F, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*, auprès d'un centre de ressources agricoles du MAAARO ou d'un centre d'information du gouvernement. Respecter à la lettre le mode d'emploi du produit, les mesures de sécurité, les recommandations concernant le réglage, l'entretien et l'utilisation des pulvérisateurs.

Lorsque des résidus indésirables de pesticide persistent dans le sol, une application de charbon activé peut réduire le problème. La dose à laquelle on applique le charbon varie en fonction du type de contaminant chimique et de sa concentration. Elle est habituellement comprise entre 0,5 et 1,5 kg/100 m².

Matériel exempt d'organismes pathogènes

Acheter les boutures auprès d'entreprises spécialisées dans la sélection des végétaux ou la production de plants-mères pour réduire au minimum les risques d'introduire des maladies dans la serre. Si possible, isoler le nouveau matériel de façon à réduire les risques de contamination.

Remplacer les plants-mères régulièrement, tous les trois mois ou tous les six mois, selon l'espèce cultivée. Ne pas conserver de plantes à massif d'une saison à l'autre.

Pratiquer un vide sanitaire : sortir tout ce qui reste de la culture précédente et assainir les lieux à fond avant d'y apporter le nouveau matériel. À défaut de vide sanitaire, isoler le nouveau matériel dans une zone distincte.

Lutte contre les vecteurs

De nombreux virus et viroïdes sont propagés par des insectes. Ainsi, les pucerons propagent la jaunisse de l'aster dans les chrysanthèmes, et les thrips des petits fruits, le virus de la tache nécrotique de l'impatiante ou virus de la maladie bronzée de la tomate. La pose de filets anti-insectes devant les ouvertures et volets d'aération de la serre mérite d'être envisagée. Elle réduit l'entrée des insectes dans la serre et facilite la lutte contre les insectes nuisibles.

On sait maintenant que les larves de mouches des terreaux propagent les spores de *Pythium*. Leurs larves endommagent les jeunes racines en s'alimentant. Les recherches ont démontré que les larves de mouches des terreaux hébergent fréquemment les oospores de *Pythium*

(spores sexuées à parois épaisses) dans leur tube digestif, et qu'elles assurent ainsi leur dissémination. Les adultes peuvent aussi transporter cet organisme pathogène sur leurs pattes et leurs pièces buccales. La lutte contre les algues et un drainage adéquat des zones situées sous les banquettes permettent d'abaisser les populations de mouches des terreaux et de mouches des rivages et de limiter la propagation des agents pathogènes.

Résistance des plantes-hôtes

Chez de nombreuses espèces végétales, la vulnérabilité à l'égard des maladies et des ravageurs varie selon le cultivar. L'amélioration génétique des cultures a mis à la disposition des producteurs des cultivars résistants à un ou plusieurs insectes ou maladies. Ainsi, les pourritures fusariennes du collet et des racines sont-elles rarement un problème pour les producteurs de tomates de serre, car il existe maintenant des cultivars résistants. De la même façon, on utilise de plus en plus des cultivars de concombre résistants au blanc. La sélection génétique axée sur la résistance aux parasites n'a pas encore été pleinement utilisée dans le domaine des cultures ornementales, mais elle ouvre la voie à des progrès en lutte antiparasitaire.

En attendant, les producteurs aux prises avec des problèmes phytosanitaires peuvent améliorer leur programme de lutte en faisant attention au choix des cultivars et à la façon dont ceux-ci sont affectés par les ennemis des cultures. Les producteurs peuvent également se servir des cultivars sensibles comme plantes sentinelles qui signalent la présence de ravageurs et de maladies. La pulvérisation localisée des cultivars sensibles attaqués par des insectes nuisibles ou des maladies est un moyen de lutte très efficace ainsi qu'un moyen de réduire la quantité de pesticides utilisés. Bien que le choix des cultivars soit surtout dicté par les exigences du marché qu'il dessert, le producteur peut quand même cesser ou réduire la production d'un cultivar vulnérable au profit d'un autre plus résistant.

Il existe des différences entre les cultivars quant à la vulnérabilité à certaines maladies. Les obtenteurs et sélectionneurs de végétaux commencent à faire appel au génie génétique pour rendre les cultures plus résistantes à la maladie.

Lutte chimique

L'emploi de fongicides a toujours été à la base de la lutte contre les maladies. On les utilise pour protéger des plants sains, pour traiter des plants infectés ou pour éradiquer les maladies. Il est primordial d'utiliser en

alternance des fongicides ayant des modes d'action différents de façon à réduire les risques de voir apparaître une résistance. Pratiquer la rotation des fongicides est de plus en plus important du fait que la plupart des fongicides récents ont un seul mode d'action et sont davantage sujets à provoquer l'apparition de résistances. Il est également crucial dans la gestion des résistances de freiner l'utilisation des fongicides et de rechercher d'autres méthodes de lutte. D'ailleurs, un bon moyen de moins recourir aux pesticides est de mieux comprendre et d'apprécier à leur juste valeur les pratiques culturales qui visent à lutter contre les maladies.

Arrosage abondant du sol

Les traitements par arrosage abondant du sol sont pratiqués pour lutter à la fois contre des maladies et des insectes. Ils consistent à appliquer le produit phytosanitaire dans la zone des racines. La quantité du produit utilisé varie selon la grosseur du pot et le volume du substrat. Pour bien imbiber le substrat dans un pot de 15 cm, il faut environ 150–180 mL de solution. Dans le cas des planches de culture, compter 12 L de solution par m². Attention, ce ne sont pas tous les produits qui nécessitent un sol détrempé, d'où l'importance de bien lire le mode d'emploi et de s'y conformer.

L'administration de traitements par arrosage abondant du sol pose des difficultés dans le cas des cultures soumises à la sub-irrigation, d'abord parce que les racines sont alors toutes concentrées dans le fond du pot tandis que le fongicide est appliqué par le haut, ensuite parce que les sels accumulés dans la couche supérieure du substrat sont alors entraînés vers le bas dans la zone racinaire, ce qui risque d'intensifier le problème. Se renseigner sur les solutions de rechange en s'adressant à un spécialiste de la floriculture de serre ou de la lutte intégrée.

Pour éviter les dommages aux racines des végétaux, le substrat doit être humide et non sec au moment de l'application des fongicides.

Dans la lutte contre les maladies, les traitements par arrosage abondant du sol ne sauraient remplacer un programme de pasteurisation de la serre, mais ils sont utiles pour prévenir une nouvelle contamination ou l'élimination des pathogènes dans le sol ou les parties basales de la plante.

Certains fongicides sont absorbés par les racines et diffusés dans tout le plant. Ils ont ce qu'on appelle une action systémique et offrent à la plante entière une protection efficace contre la maladie combattue. Aliette est le seul fongicide dirigé contre les agents pathogènes responsables

de maladies des racines ou des collets qui soit plus efficace lorsqu'il est appliqué sur les feuilles qui l'absorbent et le diffusent par la suite dans la plante.

Il est fortement recommandé de mettre en place un programme d'inspection et de surveillance des racines, car il s'agit de la première ligne de défense contre les maladies racinaires.

Lutte biologique

La lutte biologique contre les maladies fait appel à des bactéries et à des champignons qui sont présents dans la nature et qui sont à même de réduire fortement les populations d'organismes pathogènes, sans nuire aux cultures. Leurs modes d'action sont multiples : compétition, antibiose, parasitisme ou résistance induite. La plupart des auxiliaires de lutte doivent être considérés comme des moyens de prévention ou de maîtrise temporaire des ennemis des cultures, et doivent être appliqués au moment de la mise en culture. Les étiquettes parlent de suppression ou de maîtrise temporaire et non permanente des maladies.

Depuis cinq ans, trois fongicides microbiens ou biofongicides, le Mycostop, le Rootshield et le Sporodex ont été homologués au Canada pour usage dans les cultures en serre, mais seulement les deux premiers sont actuellement offerts sur le marché.

Le Mycostop est homologué pour une maîtrise temporaire de la fonte des semis causée par *Pythium*, la pourriture des racines et des collets causée par *Phytophthora*, et la flétrissure due à *Fusarium* dans les cultures ornementales. La bactérie terricole qui en est l'ingrédient actif, *Streptomyces griseoviridis* K61, exerce son action fongicide par hyperparasitisme (le microbe prive le champignon pathogène de nourriture en devançant le champignon dans la colonisation des racines des végétaux) et par synthèse de substances antibiotiques (qui inhibent la croissance de l'agent pathogène). L'action du Mycostop étant préventive, ce produit doit être appliqué sous forme de solution dont on arrose abondamment le substrat, immédiatement avant l'emportage. Il faut ensuite répéter le traitement toutes les trois à six semaines selon la pression exercée par la maladie.

Le Rootshield est homologué pour la maîtrise temporaire de *Fusarium*, de *Pythium* et de *Rhizoctonia* dans toutes les cultures ornementales. La souche du champignon *Trichoderma harzianum* KRL-AG2, présent à l'état

naturel, exerce son action protectrice en colonisant la surface des racines et la rhizosphère, ce qu'il réussit à faire en assimilant les déchets que les racines rejettent dans le sol durant leur croissance normale. Il parasite également les champignons pathogènes en émettant des enzymes qui dégradent leurs membranes cellulaires. Il est recommandé d'appliquer ce biofongicide immédiatement après la germination, l'enracinement ou la mise en place des boutures végétatives. Il existe en deux formulations : l'une, qui est constituée de granulés qu'on incorpore au substrat pendant sa confection, l'autre, qui s'applique par un arrosage abondant du substrat servant au repiquage des jeunes plants ou des boutures.

Le Sporodex a reçu son homologation pour usage contre le blanc sur le concombre et le rosier de serre, mais, au moment d'aller sous presse, il n'était toujours pas distribué dans le commerce. Ce produit est une suspension liquide de spores du champignon *Pseudozyma flocculosa* qui exerce un antagonisme puissant contre les espèces fongiques responsables du blanc. Des études donnent à penser qu'il sécrète des antibiotiques qui dérèglent les membranes cellulaires. Il est conseillé de commencer à appliquer le Sporodex dès les premiers symptômes de blanc et de renouveler le traitement ensuite une fois par semaine. L'efficacité est maximale quand la température est de 25 °C et l'humidité relative supérieure à 70 %; il est donc préférable de traiter le plus tard possible dans la soirée ou par journée nuageuse ou pluvieuse. Adjoindre un agent mouillant à la solution.

D'autres agents de lutte biologique destinés à la lutte contre les maladies en sont actuellement à divers stades de la recherche et du développement et devraient être de plus en plus nombreux à recevoir des homologations.

Les agents de lutte biologique, tout comme les pesticides, ne constituent pas une panacée contre les maladies des plantes. Ils ne dispenseront jamais le producteur d'appliquer de bonnes stratégies de conduite des cultures.

Conditions de réussite

Les mesures suivantes constituent les conditions de réussite des mesures de lutte contre les maladies :

- Miser sur la prévention davantage que sur les remèdes. L'approche préventive est cruciale quand on exploite une serre avec recyclage de la solution nutritive et sub-irrigation.
- Inspecter les cultures toutes les semaines ou (au minimum) toutes les deux semaines.

- Inspecter les cultures afin de détecter rapidement les problèmes. Il s'agit non seulement de scruter le feuillage et les racines des plantes, mais également de vérifier les paramètres ambiants commandés par ordinateur ou réglés manuellement.
- À titre d'exploitant-gestionnaire, tenir des registres détaillés permettant de rapprocher et recouper les différents types de données, sur les cultures, l'environnement, les insectes et les maladies, et d'en faire l'analyse.
- Noter aussi les conditions météorologiques afin d'être en mesure de prévoir les problèmes de maladie. Par exemple, si l'été est frais, nuageux et pluvieux et que le système de chauffage central est débranché, les conditions peuvent devenir propices au mildiou. Chez les producteurs de plants-mères de poinsettia, de telles conditions peuvent entraîner un enracinement lent et inégal des boutures et une recrudescence de la pourriture à *Botrytis* s'ils ne fournissent pas de chaleur d'appoint.
- La personne qui est chargée du dépistage doit communiquer étroitement avec la personne chargée de la conduite générale des cultures. Idéalement, la personne qui effectue les travaux horticoles dans la serre devrait être celle à qui l'on confie le dépistage des maladies et la surveillance des paramètres ambiants. Dans bien des exploitations, ces tâches devraient être exécutées par un employé, non par le propriétaire-exploitant.
- L'exactitude du diagnostic est fondamentale. Quand l'organisme pathogène en cause n'est pas identifié correctement, il est impossible d'appliquer avec succès les stratégies de lutte culturale ou chimique. Ce sont les champignons du sol qui sont les plus difficiles à identifier par les producteurs. Les échantillons peuvent être envoyés à la Clinique de diagnostic phytosanitaire de l'Université de Guelph, qui pourra poser un diagnostic exact. Voir l'annexe B pour plus de détails à ce sujet. Pour certaines maladies, les producteurs peuvent se procurer auprès d'entreprises comme Agdia des trousses de diagnostic ELISA qu'ils peuvent utiliser eux-mêmes.
- S'appliquer à bien comprendre les maladies qui affectent les cultures que l'on produit. Le choix des méthodes adaptées pour les combattre et du moment opportun pour les mettre en œuvre devient alors partie intégrante d'un processus continu.

- Les organismes pathogènes étant de taille microscopique, apprendre à prévoir les périodes où le risque d'infection est élevé et où les cultures sont vulnérables et agir en conséquence. Se rappeler qu'en règle générale, les symptômes ne deviennent visibles que lorsque l'organisme pathogène est présent depuis un bon moment déjà et qu'il est alors devenu plus difficile à combattre.

7. Principales maladies des plantes de serre

Organismes de quarantaine

Ce chapitre décrit les maladies les plus fréquentes dans les serres servant à la floriculture. Il est important toutefois de souligner qu'il existe des maladies qui, bien que très rares, peuvent avoir des répercussions dévastatrices quand elles sont présentes. Un organisme de quarantaine est un « organisme nuisible qui a une importance potentielle pour l'économie de la zone menacée et qui n'est pas encore présent dans cette zone ou bien qui y est présent mais n'y est pas largement disséminé et fait l'objet d'une lutte officielle. » (FAO, 2004) Certains de ces organismes sont réputés constituer une menace et sont réglementés par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). D'autres peuvent sembler inoffensifs tant qu'ils ne se sont pas manifestés, après quoi l'ACIA se prononce sur le risque qu'ils représentent. La présence d'organismes réglementés (*Loi sur la protection des végétaux*) doit obligatoirement être signalée à l'ACIA qui décide des mesures à prendre pour réagir à cette présence. Même si ces signalements peuvent être lourds de conséquences sur le plan financier pour les producteurs, ils n'en demeurent pas moins importants pour l'industrie. Taire la présence d'un organisme de quarantaine peut menacer l'exportation de plantes ornementales vers des pays comme les États-Unis. Les organismes de quarantaine connus en juin 2006 sont répertoriés dans le présent chapitre; ils comprennent la rouille blanche du chrysanthème, la flétrissure bactérienne des pélargoniums et l'encre des chênes rouges. Pour plus d'information sur les organismes réglementés et pour en obtenir la liste la plus à jour, consulter le site Web de l'ACIA au www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/protect/listpesparf.shtml ou communiquer avec un bureau local de l'ACIA. Voir l'annexe D, *Autres ressources*, p. 162.

Maladies cryptogamiques (mycoses)

Botrytis (moisissure grise)

Le champignon *Botrytis cinerea* est à l'origine de nombreuses maladies communes chez les plantes ornementales et les légumes cultivés en serre. Ces maladies portent souvent le nom de « moisissure grise », à cause des spores grises ou brunes caractéristiques qui recouvrent les tissus infectés lorsque les conditions sont favorables à la fructification du champignon.

Les symptômes d'une infection à *Botrytis* sont des petites taches et flétrissures sur les fleurs, des brûlures ou flétrissures sur les feuilles, la pourriture des bourgeons et des boutures, des chancres sur les tiges et la pourriture des cormes ou des bulbes.

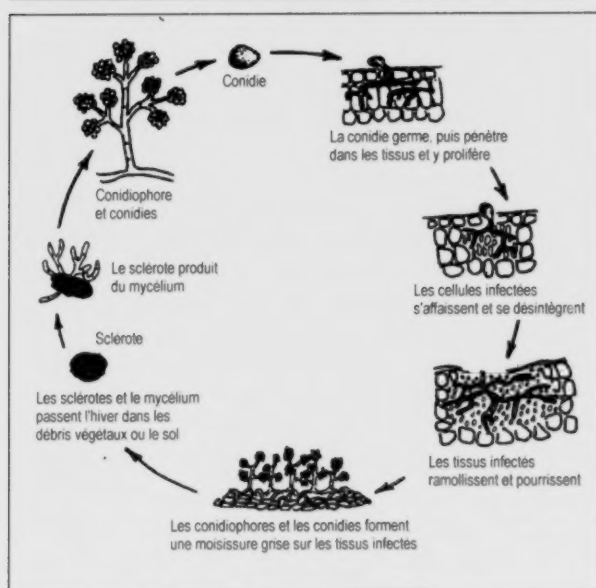
Les infections se produisent quand les conidies (spores), en germant, s'infiltrant dans les tissus succulents des feuilles ou des fleurs par les stomates ou les blessures, ou quand du mycélium ou des tissus de plants infectés entrent en contact avec des tissus sains de la plante-hôte. Voir la figure 7-1, *Cycle biologique de Botrytis*, p. 88.

Chez le cyclamen, le géranium, le rosier ou le poinsettia, *Botrytis* s'attaque aux tissus tendres, sains ou sénescents, riches en éléments nutritifs, des fleurs ou des bractées. Les infections engendrées par le mycélium se produisent ordinairement lorsque des fleurs ou des feuilles infectées tombent sur des feuilles situées au-dessous et y restent collées sous l'effet de leur humidité superficielle.

Les infections latentes s'installent tel qu'il est décrit plus haut, mais, à cause de conditions environnementales défavorables, elles ne s'extériorisent pas. Les symptômes apparaîtront dès que les conditions deviendront favorables. Ainsi, il arrive fréquemment que des fleurs coupées qui semblent saines à leur sortie de serre présentent, une fois arrivées à destination, des taches jaune-brun sur les pétales.

Botrytis est un champignon ubiquiste; on en trouve les spores partout. Les conidies s'éparpillent très rapidement dans les courants d'air ou dans ou sur les gouttelettes d'eau. La libération des spores est déclenchée par les fluctuations de l'humidité relative. La germination des spores se produit en moins de trois heures et la sporulation, en huit heures.

FIGURE 7-1. Cycle biologique de *Botrytis*



Les infections à *Botrytis* se déclarent généralement lorsque le temps est frais et pluvieux ou lourd et humide, conditions propices à l'infection et à la sporulation. Les facteurs qui déclenchent l'infection initiale puis l'apparition des lésions sont la température et la présence d'eau libre contenant des éléments nutritifs dissous. Les conditions optimales pour la prolifération de *Botrytis* sont des températures de 15–23 °C et des taux d'humidité relative (HR) supérieurs à 85 % ou de l'eau libre microscopique sur les tissus végétaux.

Moyens de lutte

La moisissure grise (*Botrytis*) est souvent perçue comme « la maladie des serres mal tenues ». On en atténue au minimum les répercussions par les soins culturaux et la modification des conditions environnementales. Par exemple, on peut abaisser l'humidité relative la nuit en maintenant alors la température plus élevée et en utilisant de bonnes pratiques de ventilation.

Utiliser un système de régulation informatisée de l'humidité. Empêcher la formation d'eau libre en évitant que la nuit, la température des feuilles ou des tissus végétaux soit inférieure à la température de l'air ou que l'air se refroidisse sous le point de rosée. Cette situation est fréquente en soirée lorsque le temps est clair ou tôt le matin lorsque l'air se réchauffe plus rapidement que les surfaces végétales. Régler au minimum les températures de la canalisation l'été quand les nuits sont douces et humides.

Calibrer les capteurs d'HR périodiquement. Maintenir l'HR sous la barre des 85 %. Éviter que les feuilles ne restent mouillées plus de trois à quatre heures.

Faire en sorte que l'air circule entre les plants, notamment en les espaçant suffisamment, pour que les tissus restent secs. Supprimer au besoin l'excès de feuillage.

Appliquer les mesures d'hygiène nécessaires avant et pendant la culture. La propreté est essentielle. Enlever les fleurs et les feuilles sénescentes.

Éviter autant que possible d'irriguer par aspersion ou, à tout le moins, le faire assez tôt dans la journée pour que le feuillage s'assèche avant la nuit.

Taches foliaires, taches florales et brûlures d'origine cryptogamique

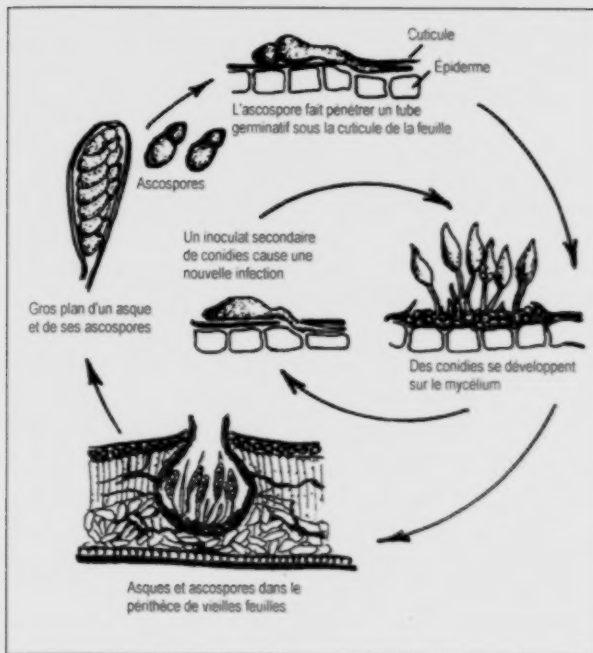
Des champignons pathogènes sont responsables de toutes ces maladies aux symptômes très variables. Voir la figure 7-2, *Cycle biologique de la tache foliaire*, p. 89.

Les champignons qui causent le plus souvent des taches foliaires appartiennent aux genres *Alternaria*, *Ascochyta*, *Cercospora*, *Phyllosticta*, *Gloeosporium* et *Septoria*. La plupart produisent des conidies à profusion. Les spores des champignons responsables des taches foliaires sont disséminées par le vent ou par les éclaboussures d'eau d'arrosage.

Les brûlures ou les taches peuvent apparaître sur les feuilles, les tiges ou les fleurs, selon le champignon en cause. De nombreux champignons s'en prennent à ces trois organes de la plante, mais aucun ne s'attaque aux racines ou au collet. Les brûlures ou les taches foliaires commencent par se manifester en général sur les feuilles inférieures, puis elles gagnent le reste du feuillage. La plupart des champignons déterminent des taches ou lésions caractéristiques, telles que les taches ocellées (en forme de cible) bordées d'une auréole rougeâtre ou les taches brun clair à cercles concentriques. Les taches peuvent avoir un contour circulaire, anguleux ou irrégulier.

Les feuilles doivent être humides pour que l'infection se déclenche.

FIGURE 7-2. Cycle biologique de la tache foliaire



Moyens de lutte

Pour maîtriser les maladies :

- Faire en sorte que les feuilles et les fleurs soient aussi sèches que possible en surface.
- Éviter l'arrosage par aspersion.
- Assurer une bonne circulation de l'air.
- Débarrasser la serre de toute matière végétale infectée.
- Utiliser des boutures ou des plants-mères exempts de maladie.
- Utiliser des fongicides à large spectre; la plupart sont efficaces. Vérifier sur l'étiquette les usages qui sont homologués.

Maladies du blanc

Ces maladies cryptogamiques communes se reconnaissent d'emblée au feutrage blanc poudreux qui recouvre les feuilles, les tiges, les pétioles et les organes floraux, et qui rend rapidement les plantes invendables. Elles sont le fait de plusieurs espèces de champignons qui appartiennent notamment aux genres *Erysiphe*, *Leveillula*, *Microsphaera* et *Sphaerotheca*. Il est important de savoir qu'un champignon qui est nuisible pour une culture est généralement inoffensif pour une autre. Étant des parasites obligatoires, ces champignons ont besoin de végétaux pour accomplir leur cycle biologique. Chacun de ces champignons forme un réseau d'hyphes à la surface des feuilles ou des tiges, à partir desquels ils pénètrent les cellules de l'épiderme afin d'en extraire les éléments nutritifs au moyen d'un suçoir appelé *haustorium*.

Au début de l'infection, les taches sont petites et éparpillées, mais elles peuvent s'étendre à toute la face supérieure des feuilles. Chez de nombreuses plantes, les feuilles se recouvrent d'une substance duveteuse quand les conditions permettent au champignon de produire un épais mycélium superficiel hérissé d'une multitude de conidies (spores) incolores. Chez certaines plantes, les feuilles présentent souvent une tache rougeâtre au point d'infection initial. Les infections graves causent le rabougrissement, le jaunissement et l'enroulement des feuilles.

Dans l'environnement de la serre, les champignons responsables du blanc ont un cycle biologique relativement simple. Ils forment des chaînes de conidies unicellulaires, portées par de courtes tiges érigées, d'où l'aspect « duveteux » caractéristique de la maladie du blanc. Voir la figure 7-3, *Cycle biologique du blanc*, p. 90. Quand le milieu ambiant se fait favorable, la formation des chaînes se déclenche, habituellement au rythme d'une conidie par jour ou par cycle diurne, et les spores sont libérées. Les conidies mûrissent et émettent des spores au bout de 24 heures. Une chute rapide de l'humidité relative et l'effet combiné du chauffage et de l'assèchement par les rayons du soleil favorisent l'émission des spores.

Les conidies ont besoin d'une humidité relative de 95 % ou d'un déficit de tension de vapeur (DTV) frôlant zéro pendant trois ou quatre heures pour germer et enfoncer un filament dans les cellules épidermiques des feuilles ou des tiges de la plante-hôte. Le mycélium produit des haustoriums, ou suçoirs, qui permettent au champignon de ponctionner en permanence les substances nutritives nécessaires à sa croissance. Il produit aussi des filaments nourriciers au fur et à mesure de sa croissance à la surface de la feuille. En moins de 48 heures suivant l'inoculation, les conidies parvenues à maturité sont prêtes à libérer des spores qui iront infecter d'autres feuilles ou plantes.

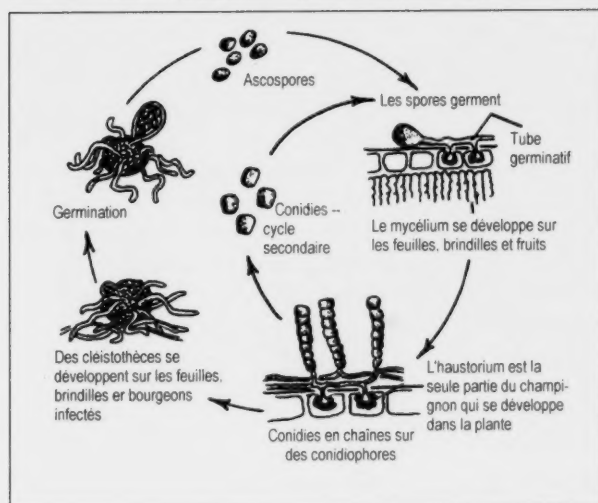
La propagation et la gravité des infections par le blanc dépendent de plusieurs facteurs : humidité relative, température, lumière, présence d'eau sur les feuilles et déplacements d'air (p.ex. les courants d'air). Étant donné les interactions entre ces facteurs, la lutte intégrée s'impose.

Une ventilation et un brassage excessifs de l'air causés notamment par des courants d'air près de portes ouvertes, un espacement inadéquat des ventilateurs à flux d'air horizontal, un mauvais dimensionnement des ventilateurs ou un mauvais réglage de leur vitesse de fonctionnement favorisent l'apparition et la propagation du blanc.

Une humidité persistante à la surface des feuilles favorise la prolifération des champignons. La formation et la

persistance d'une pellicule d'eau sur les feuilles dépendent de plusieurs facteurs : gradients de température entre les feuilles et l'air, perte d'énergie des feuilles par rayonnement, ensoleillement et transpiration des feuilles.

FIGURE 7-3. Cycle biologique du blanc



Moyens de lutte

Éviter les courants d'air en tenant les portes fermées; automatiser si possible la fermeture et l'ouverture des portes. Réduire la vitesse de fonctionnement des ventilateurs à flux d'air horizontal si leur moteur est à vitesse variable. Assurer une circulation d'air uniforme à la surface des feuilles pour éviter la formation de zones où l'humidité relative est élevée et pour réduire les fluctuations de température au niveau du feuillage et de l'air.

Utiliser un régulateur d'humidité informatisé. Établir des paramètres raisonnables et utiliser un ordinateur de gestion climatique qui maintient l'humidité relative au niveau voulu en dosant la ventilation et le chauffage. Éviter les changements brusques de température ou d'humidité relative qui se produisent à l'ouverture des volets d'aération. Par elle-même, une humidité relative élevée ne favorise pas forcément le blanc.

Mettre à profit la chaleur qui rayonne de la zone des cultures et la chaleur des conduites aériennes pour maintenir un milieu plus sec et plus chaud autour des plantes. Hausser la température minimale des canalisations dans le cas des systèmes à eau chaude ou faire de brèves injections de vapeur dans les conduites de chauffage afin de créer une source de chaleur rayonnante.

Vers la fin de l'été, il arrive souvent qu'en soirée, le point de rosée soit atteint dans la serre quand les températures

baissent. Le fait de fermer les écrans d'ombrage ou les écrans thermiques et/ou d'utiliser des lampes au sodium haute pression contribue à maintenir les feuilles plus chaudes en surface et à réduire ainsi la chaleur qu'elles perdent par rayonnement.

Mildious

Les genres *Peronospora*, *Plasmopara* et *Bremia* sont les trois qui causent les mildious chez les plantes ornementales. Les mildious s'observent de plus en plus souvent et sont des maladies difficiles à maîtriser. Les champignons responsables causent principalement des brûlures foliaires, mais ils peuvent aussi se propager rapidement aux jeunes tissus verts des points végétatifs et des boutons floraux. Voici certaines des espèces les plus souvent atteintes : rosier, muflier, impatiante, lisianthus, tournesol, cinéraire, violette, de même que de nombreuses vivaces.

Dans la plupart des cultures, des masses de spores duveteuses, blanches ou pourpres apparaissent sur le revers des feuilles. Les feuilles de la plupart des plantes atteintes ont tendance à se replier vers le haut sur leur pourtour et à s'enrouler vers le bas. Des taches chlorotiques (jaunes) peuvent apparaître sur le dessus des feuilles aux points d'infection.

Ces champignons se développent et se propagent quand les tissus des plantes sont couverts d'une mince pellicule d'eau, que l'humidité relative est élevée dans la serre et que la température est basse (non lorsqu'elle est élevée).

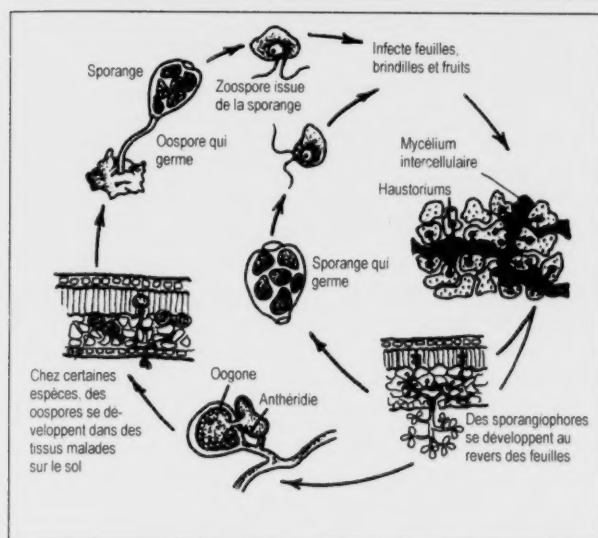
Des taches rouge violacé apparaissent sur les feuilles de rosiers. Celles-ci peuvent se déformer ou présenter les symptômes associés à la phytotoxicité des pesticides. Elles peuvent jaunir et tomber en grand nombre. Chez le rosier, le mildiou ne produit que très peu de spores visibles à moins que les conditions ne soient optimales.

Chez le muflier, le mildiou produit des coussinets de spores gris-brun qui rappellent un velours épais. Les feuilles se déforment et si l'infection se déclare sur des plantules, elle devient vite systémique et atteint les points végétatifs et les jeunes inflorescences, occasionnant de lourdes pertes.

Chez les impatiences, des points jaunes qui rappellent les dommages causés par les tétranyques sont souvent observés.

Les champignons responsables des mildious peuvent survivre sur des débris de plants infectés dans le sol ou sur des mauvaises herbes qui leur servent d'hôtes.

FIGURE 7-4. Cycle biologique du mildiou



La reproduction sexuée a pour résultat la production d'oospores, lesquelles protègent le champignon pendant les périodes où les conditions ne sont pas propices à la reproduction végétative. Voir la figure 7-4, *Cycle biologique du mildiou*.

Moyens de lutte

La modification des conditions dans la serre conjuguée à des traitements fongicides peuvent prévenir la propagation de la maladie à des plants sains. Les fongicides ne guérissent pas les plants des infections systémiques.

Éviter les fluctuations de l'humidité relative et de la température afin de prévenir la condensation sur les plants. Il est souvent difficile d'y parvenir quand la culture est de saison froide. Toutefois, un moyen d'y parvenir est de hausser les températures la nuit en chauffant la culture, et de rehausser les températures nocturnes minimales afin que moins d'énergie se perde par rayonnement par les feuilles.

Éviter de mouiller le feuillage pendant l'irrigation. Les spores sont disséminées par les éclaboussures d'eau et les courants d'air. Arroser, dans la mesure du possible, en début de matinée.

Ramasser et évacuer tous les débris végétaux et plants infectés, et vider la serre, car le champignon survit sur les matières végétales mortes et passe ainsi d'une culture à la suivante.

Bien des épidémies de mildiou se déclarent au cours de périodes prolongées de temps froid et pluvieux, quand l'exploitant cherche à économiser le carburant en réglant

le thermostat trop bas, ou cesse de chauffer à la fin du printemps ou au début de l'automne.

Flétrissures infectieuses

Les flétrissures infectieuses provoquent le dépérissement de plantes entières, de parties de plantes ou de leurs principales ramifications. Les autres symptômes comprennent la décoloration vasculaire, le rabougrissement et le jaunissement des feuilles à des degrés divers. Il y a deux grandes sortes de flétrissures infectieuses :

- les flétrissures cryptogamiques, causées par *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* et *Verticillium albo-atrum*;
- les flétrissures bactériennes, causées par *Erwinia chrysanthemi*, *Erwinia carotovora*, *Xanthomonas campestris* et *Ralstonia solanacearum*. Voir l'exposé sur les maladies bactériennes, p. 99.

La plupart des champignons responsables des flétrissures infectieuses vivent dans le sol et s'attaquent principalement aux racines ou au collet. Les poils absorbants et les extrémités des racines exsudent dans le substrat des composés riches en éléments nutritifs tels que protéines et enzymes. Ces composés stimulent la germination des spores et qui sont la première source d'éléments nutritifs pour les organismes pathogènes potentiels jusqu'à ce que ces derniers se soient établis dans la plante-hôte. Les bactéries pathogènes doivent passer par une lésion ou un orifice naturel de la plante-hôte (comme les stomates ou les hydathodes des feuilles) pour l'envahir.

Les champignons responsables des flétrissures se propagent seulement dans les tissus vasculaires, tandis que les bactéries responsables des flétrissures envahissent rapidement les tissus adjacents à la suite de la macération (décomposition) des tous les tissus cellulaires. Ces deux groupes d'organismes pathogènes peuvent être transmis par les tiges de boutures ne présentant pas de symptômes.

Les symptômes d'infections à *Fusarium* et à *Verticillium* sont presque identiques et, sur un même hôte, peuvent difficilement être distingués les uns des autres, si ce n'est par un examen en laboratoire. Ces organismes pathogènes obstruent les vaisseaux du xylème, entravant ainsi la diffusion de l'eau et des éléments nutritifs. Les symptômes comprennent habituellement la flétrissure, la nécrose du bord de la feuille, le jaunissement et tôt ou tard le brunissement des feuilles les plus vieilles. Les plantes sont habituellement rabougries, ont une floraison moins abondante et présentent des tissus vasculaires souvent brunâtres ou brun rougeâtre. Elles finissent par en mourir, surtout si l'infection s'est produite tôt. Il peut s'écouler

de nombreuses semaines entre le moment de l'infection initiale et la manifestation des symptômes.

Fusarium peut provoquer la pourriture de la tige et du collet, entraînant la flétrissure du plant et son affaissement. Des lésions brun foncé à noires se forment sur la tige au ras du sol ou juste au-dessous; leur pourtour est souvent rosâtre ou rougeâtre. L'infection évolue vers l'intérieur. Bien souvent, aucune altération de la couleur n'est visible à l'extérieur de la tige.

Fusarium est un champignon pathogène très commun chez un vaste éventail de cultures abritées. Par contre, *Verticillium* est beaucoup moins fréquent; il n'attaque habituellement que le chrysanthème, l'aster et le dahlia.

Les champignons pathogènes persistent dans le sol ou dans les débris végétaux pendant de longues périodes à l'état de spores à parois épaisses. Ces spores se forment lorsque les tissus des plantes commencent à s'assécher. Les plantes qui souffrent d'un stress sont beaucoup plus sensibles aux agents responsables des flétrissures et subissent des dégâts plus graves. Les facteurs qui sont à l'origine de stress pour les plantes sont les températures trop élevées ou trop basses du substrat et de l'air ambiant, de mauvaises pratiques d'arrosage ou de fertilisation, des niveaux trop élevés ou trop bas du pH ou de la conductivité électrique du substrat.

Les infections se transmettent souvent pendant la multiplication végétative. Les champignons pathogènes se répandent facilement à la faveur de la migration de l'eau dans le substrat, des éclaboussures et du transport de substrat ou de matériel infecté à l'intérieur d'une serre ou d'une serre à l'autre.

Les larves de mouches des terreaux disséminent facilement les spores de *Fusarium* spp.

Moyens de lutte

Pour maîtriser les flétrissures :

- Se procurer des boutures et semences exemptes d'organismes pathogènes.
- Enlever et détruire tous les plants infectés.
- Assainir les banquettes et les plateaux. Ne pas réutiliser de pots usagés.
- Pasteuriser le sol des planches de culture.
- Appliquer de bonnes pratiques horticoles.

Fonte des semis

Rhizoctonia solani, *Pythium* spp. et *Phytophthora* spp. sont les principaux responsables de cette maladie, qui touche à la fois les semences en germination et les jeunes plantules.

Voir la figure 7-5, *Cycle biologique de la fonte des semis et de la pourriture des semences*, p. 93. Cependant, à l'occasion, elle peut aussi être causée par *Fusarium*, *Botrytis* et *Sclerotinia*.

Fonte des semis en prélevée

La fonte des semis en prélevée détruit la radicule en train de lever et l'hypocotyle durant la germination ou peu après l'éclatement du tégument. Les jeunes plantules ne lèvent pas du tout. Les producteurs mettent souvent à tort une mauvaise levée sur le compte de la piètre qualité des semences.

Fonte des semis en postlevée

Cet accident est bien connu de la plupart des producteurs. La tigelle est envahie par le champignon près du niveau du sol. La plantule se flétrit ou cesse de croître, la tige ploie et la plante s'affaisse sur le sol. Les lésions sur les tiges peuvent paraître quelque peu gorgées d'eau. D'autres variantes de la fonte des semis en postlevée incluent la pourriture ou fonte de la partie aérienne et la pourriture ou fonte des racines.

Fonte tardive des semis

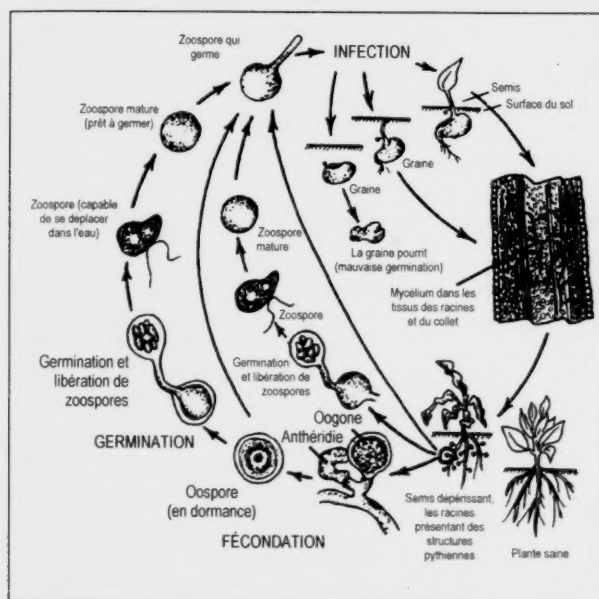
Cette forme de fonte frappe d'ordinaire les plantules plus vieilles que l'on a endurcies en vue du repiquage. Des lésions noires et sèches cernent partiellement les tiges, qui deviennent filiformes à cet endroit. Les plantules infectées s'étiolent et finissent par mourir. *Rhizoctonia* est habituellement en cause dans cet état pathologique.

Rhizoctonia se propage souvent en cercles dans les plateaux de semis. On peut souvent apercevoir des filaments de mycélium gris-brun à la surface du substrat ou des symptômes rappelant une brûlure des parties aériennes.

Les pourritures aqueuses ou pourritures molles, comme celles qui sont causées par *Pythium* et *Phytophthora*, peuvent s'attaquer aux semences, mais elles débent habituellement à l'extrémité des jeunes racines. Leurs dégâts sont redoutables quand l'humidité est élevée et que les températures sont fraîches.

Un substrat humide, une mauvaise hygiène, une ventilation inadéquate, une forte hygrométrie, des températures fraîches et des peuplements trop denses ou des plants de semis trop avancés forment les conditions idéales de développement des champignons responsables de la fonte des semis.

FIGURE 7-5. Cycle biologique de la fonte des semis et de la pourriture des semences



Moyens de lutte

Pour maîtriser la maladie :

- Pratiquer une hygiène impeccable, car l'hygiène est le moyen de lutte primordial. Les champignons pathogènes peuvent se disséminer par l'intermédiaire de plateaux de culture sales, de substrat ou d'outils infectés. Sortir les plateaux de culture infectés.
- Éviter les éclaboussures d'eau, car elles contribuent à la propagation du ou des organismes pathogènes.
- Utiliser seulement des caissettes ou des plateaux alvéolés neufs pour les cultures sensibles à la fonte des semis.
- Utiliser un substrat de semis poreux, qui se draine bien.
- Maintenir une température adéquate au cours des différentes phases de la germination et de la croissance des plantules.
- Assurer une bonne circulation de l'air.
- Éviter que le substrat utilisé pour les semis soit contaminé par de la poussière ou du substrat ayant déjà servi.
- Diminuer les brumisations dès que possible après la levée des plantules.

Pourritures du collet et des racines

Les champignons les plus souvent associés aux pourritures du collet et des racines sont, par ordre d'importance, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Thielaviopsis* et *Sclerotinia*.

Les champignons responsables des pourritures du collet et des racines vivent dans le sol. Ils sont une menace constante pour le serriculteur commercial. Il est à noter que chacun de ces champignons pathogènes demande, pour son développement, des conditions de milieu qui lui sont propres.

La « pourriture des racines » est le terme général qui désigne la mort puis la décomposition des racines causées par diverses espèces de champignons. La maladie commence par un dysfonctionnement des racines corticales qui deviennent spongieuses, brunâtres ou noirâtres. La plante atteinte émet peu de nouvelles racines. Au stade avancé de la pourriture, le feuillage jaunit, s'étiole et finit par flétrir.

Les pourritures des racines font mourir des plants isolés ou des groupes entiers de plants. Elles compromettent l'uniformité des planches de culture et causent souvent des symptômes de déséquilibre nutritionnel. Elles peuvent avoir des conséquences graves dans les serres à système fermé avec subirrigation.

Les maladies des racines sont plus difficiles à diagnostiquer par un simple examen visuel que la plupart des maladies foliaires.

Moyens de lutte

Tous les champignons causant des pourritures des racines peuvent survivre dans le substrat ou le sol ou sur les tissus infectés sous forme de mycélium ou de spores. Ils peuvent aussi demeurer longtemps dans le sol sous forme d'*oospores*, de *chlamydospores* ou de *sclérotés* (structures dormantes) à parois épaisses. Lorsqu'ils entrent en contact avec les racines d'un hôte sensible, ils s'activent (germent) et commencent à infecter les tissus des racines. Comme il est difficile d'éliminer complètement la source d'inoculum, la clé de toute lutte efficace consiste à prévenir autant que possible l'activité de ces champignons.

Tous ces champignons peuvent être disséminés par les éclaboussures d'eau et l'eau d'irrigation, du substrat contaminé, le sol sous les banquettes, les débris de végétaux infestés, les contenants souillés, la poussière, les matelas capillaires réutilisés et l'eau d'irrigation recyclée.

Les plants sains résistent aux infections par la pourriture des racines. Les plantes qui sont stressées par de mauvaises conditions de culture sont les plus prédisposées aux attaques par les organismes des pourritures des racines et du collet. Les facteurs pouvant engendrer des stress comprennent : fertilité du substrat, conductivité électrique, pH du substrat, méthodes d'arrosage, température, éclairage et applications de pesticides et de retardateurs de croissance. Il existe, pour chaque champignon pathogène responsable de la pourriture des racines, une température, un niveau d'humidité et un pH optimal.

L'eau d'irrigation pompée dans des étangs recueillant des eaux de ruissellement risque de contenir des organismes pathogènes.

La plupart des substrats artificiels sont considérés comme exempts d'organismes pathogènes; par contre, ils sont également presque dépourvus des champignons ou des bactéries qui existent à l'état naturel dans le sol et qui peuvent freiner le développement des organismes pathogènes.

***Pythium* spp.**

Les espèces du genre *Pythium* sont les champignons responsables de la pourriture des racines qui sont les plus fréquents dans les serres. Plusieurs de ces espèces, notamment *P. ultimum* (la plus répandue), *P. aphanidermatum* et *P. irregulare* s'attaquent à de nombreuses cultures.

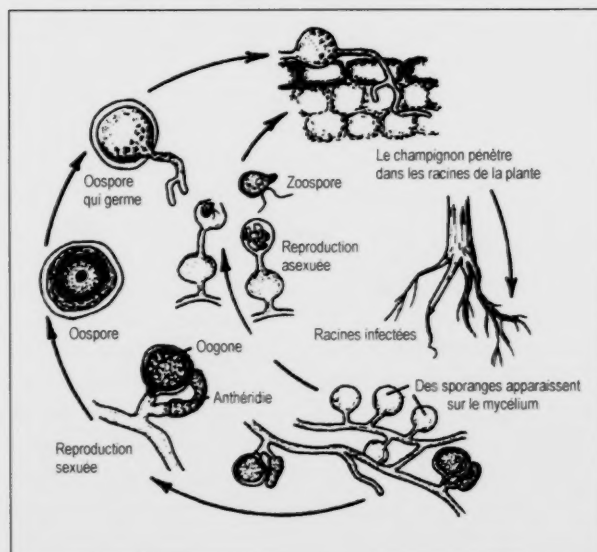
Les symptômes varient avec l'âge et le stade phénologique de la plante atteinte. Sur les vieux plants, l'infection ne touche habituellement que les racines et les poils absorbants. Les racines infectées sont molles et spongieuses et présentent différentes nuances de brun. L'infection provoque d'abord une pourriture aqueuse brune à l'extrémité des racines et sur le cortex. Habituellement, le cortex se désagrège et laisse à nu le cylindre vasculaire (qui demeure filiforme). Des lésions peuvent apparaître sur le collet des cultures plus succulentes, comme le gloxinia. Sur la partie aérienne des plants, les symptômes sont le rabougrissement, le flétrissement et le jaunissement, qui sont consécutifs au manque d'eau et aux carences nutritionnelles provoquées par l'infection. Le chancre noir ou la jambe noire causés par *Pythium* donnent de tissus généralement très noirs et souvent brillants.

La germination des spores de *Pythium* est stimulée par les exsudats racinaires dont se nourrit le champignon jusqu'à ce que le mycélium, qui se développe rapidement, ait enfoncé dans les racines ses minces filaments blancs extrêmement ramifiés. Voir la figure 7-6, *Cycle biologique*

de *Pythium*. Selon l'espèce, *Pythium* produit très vite deux types de spores :

- des zoospores asexuées qui, lorsqu'elles sont libérées, peuvent nager dans des pellicules d'eau jusqu'à ce qu'elles entrent en contact avec des tissus végétaux sains où elles germent et provoquent de nouvelles infections, et
- des oospores sexuées à parois épaisses qui résistent à la fois à des températures élevées et à des températures froides et qui restent viables pendant de longues périodes de temps.

FIGURE 7-6. Cycle biologique de *Pythium*



Indépendamment de l'espèce, les spores sont rapidement disséminées dans les serres par l'eau d'irrigation.

Moyens de lutte

Les infections à *Pythium ultimum* se produisent surtout à des températures sous les 18 °C, tandis que les infections par d'autres espèces du même genre se produisent quand il fait chaud. Maintenir des températures favorables à la croissance des plantes et surtout de leurs racines. Un substrat chaud occasionne un stress important aux racines; c'est un problème qu'il faut éviter les mois d'été quand la culture se fait sur des planchers et rigoles de béton.

Éviter de trop irriguer quand la culture est jeune ou quand elle n'est pas en pleine croissance. Utiliser un substrat poreux qui se draine bien.

Garder la CÉ du substrat faible durant l'été. Vérifier régulièrement que le niveau de salinité n'est pas trop élevé. Éviter les excès de fertilisation azotée.

Surveiller et maîtriser les populations de mouches des terreaux. Les larves, de même que les adultes, peuvent être vecteurs de la maladie.

Rhizoctonia

Rhizoctonia solani est le champignon le plus souvent associé à la fonte des semis décrite plus haut, mais la maladie peut également toucher les boutures racinées et les plants bien établis de la plupart des cultures floricoles commerciales.

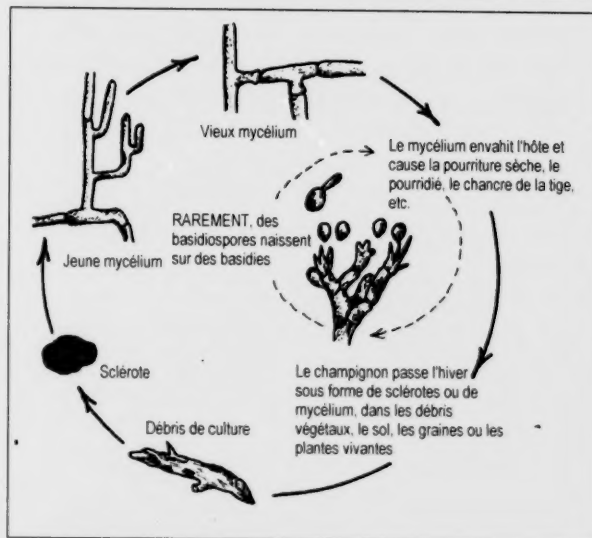
Les symptômes peuvent varier d'un hôte à l'autre et en fonction du stade phénologique, mais habituellement, ils consistent en lésions brun rougeâtre sur la partie souterraine de la tige et les racines des plants infectés. Lorsque les conditions sont favorables, les lésions s'élargissent et se multiplient et finissent par recouvrir toute la base de la plante. Voir la figure 7-7, *Cycle biologique de Rhizoctonia*.

Rhizoctonia met un certain temps pour cerner le collet et la zone racinaire des plantes établies. Par conséquent, le producteur risque de ne remarquer le flétrissement des plants ou leur retard de développement que longtemps après le début de l'infection, quand les plants commencent à se flétrir ou à paraître rabougris avec leurs feuilles jaunes. Habituellement, les feuilles basses des plants infectés jaunissent et la plante peut se briser au ras du sol.

Les plants en pot propagés par boutures comme le géranium, le poinsettia et l'impatiante de Nouvelle-Guinée, sont sensibles. La maladie se manifeste par une pourriture basale brune et des tiges fissurées longitudinalement. À la suite d'une infection du collet, la pourriture peut se manifester sur le collet sans que les racines ne soient affectées.

Les tiges, les bulbes et les cormes charnus et succulents présentent souvent des lésions déprimées et sèches, de couleur brune ou noire. Les ramifications inférieures des plantes peuvent développer des chancres de la tige aux endroits où elles ont été éclaboussées par du substrat infecté.

FIGURE 7-7. Cycle biologique de *Rhizoctonia*



Moyens de lutte

Dans la plupart des cultures de serre, *Rhizoctonia* est favorisé par une température élevée du sol et de l'air et une forte humidité relative. Un milieu de croissance extrêmement mouillé ou sec favorise la prolifération de *Rhizoctonia*. Ce pathogène sévit particulièrement à des températures de 17-26 °C.

Phytophthora spp.

Les champignons du genre *Phytophthora* provoquent la pourriture des racines et du collet (comme *Pythium*) et parfois des brûlures foliaires. En Ontario, ces agents pathogènes sont surtout observés durant l'été.

Deux espèces couramment rencontrées, *P. cryptogea* et *P. parasitica* s'attaquent à bien des cultures différentes, mais se manifestent par des symptômes similaires. *Phytophthora*, tout comme *Pythium*, produit une pourriture dite aqueuse; les spores asexuées et le mycélium se propagent rapidement dans les pellicules d'eau.

Les symptômes typiques sont des lésions brunes ou noires nécrotiques sur les grosses racines et sur les collets. Des chancres à stries noires se développent fréquemment à la base des plants. L'infection peut gagner les feuilles si celles-ci viennent en contact avec du sol infecté.

La production et le développement des zoospores sont stimulés par un substrat saturé et l'exsudation des racines.

Moyens de lutte

Éviter de trop irriguer quand la culture est jeune ou quand elle n'est pas en pleine croissance. Les cultures

irriguées par sub-irrigation peuvent avoir besoin d'arrosages par aspersion périodiques qui chassent les exsudats du substrat. Utiliser un substrat poreux, bien drainé et exempt de pathogènes. Éviter les milieux de croissance saturés. La gestion de l'eau est très importante.

Éviter une température du substrat supérieure à 26 °C.

Encre des chênes rouges (*Phytophthora ramorum*)

L'encre des chênes rouges est une maladie grave causée par l'agent pathogène *Phytophthora ramorum*, qui a provoqué la mort de centaines de milliers de chênes en Californie et en Oregon depuis sa première apparition au milieu des années 1990. Cet agent pathogène possède un vaste éventail d'hôtes appartenant à une douzaine de genres (dont toutes les espèces y sont sensibles), y compris bon nombre d'espèces ornementales ligneuses couramment cultivées en pépinière, qui sont tous réglementés par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). La maladie a été détectée en C.-B., mais elle y fait l'objet d'une campagne d'éradication menée par l'ACIA. Des mesures strictes ont été mises en place pour veiller à ce que la maladie ne s'établisse pas au Canada.

L'agent pathogène provoque toute une série de symptômes qui peuvent varier selon le genre de la plante infectée. Les symptômes vont d'un déclin et d'un dépérissement rapide du chêne à des brûlures et à des taches foliaires sur les plants de rhododendron et de camélias.

Tout laisse croire que *P. ramorum* se propage par des spores aéroportées et par la pluie poussée par le vent. Des températures fraîches et un taux d'humidité relativement élevé favorisent la prolifération de la maladie.

L'existence de deux types sexuels a été établie; il s'agit du type A1 ou de la souche européenne et du type A2 ou de la souche nord-américaine.

Pour prendre connaissance des exigences phytosanitaires les plus récentes visant à prévenir l'introduction au Canada de cette maladie, voir le site www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/protect/dir/d-01-01f.shtml.

Fusarium spp.

Plusieurs espèces de champignons appartenant au genre *Fusarium*, plus particulièrement *F. solani* et *F. oxysporum*, provoquent la pourriture des tiges, du collet, des cormes, des bulbes et des tubercules.

Sur les racines, les tissus infectés deviennent habituellement rouge foncé ou bruns et peuvent former des stries qui remontent jusqu'au niveau du sol. Les plantes atteintes accusent généralement un retard de croissance. À mesure que la pourriture des racines progresse, les feuilles les plus vieilles se mettent à jaunir et les feuilles jeunes deviennent flasques.

Dans le cas d'une pourriture de la tige, par exemple chez le chrysanthème et l'œillet, les plants infectés se flétrissent et meurent à cause de la pourriture qui s'est développée à la jonction de la tige et du collet. Les lésions qui se forment sur la tige au niveau du sol ou juste au-dessous ont souvent une bordure rose ou rouge d'où part l'infection. Les lésions progressent vers l'intérieur des tiges. En général, les tiges ne changent pas de couleur à l'extérieur.

La pourriture des bulbes et des cormes peut survenir à la fois en cours de culture et en cours d'entreposage. La pourriture progresse habituellement à partir d'une blessure ou de la base de ces organes et peut ne pas produire de symptômes visibles. Toutefois, le plateau et les écailles charnues sont bruns, se décomposent et présentent un feutre mycélien. Le feuillage devient pourpre ou jaune et meurt prématurément.

Moyens de lutte

Les facteurs de stress culturels, qui constituent la principale cause environnementale de l'infection par *Fusarium*, prédisposent les plants aux attaques par ce champignon. Les stratégies de lutte ordinaires s'appliquent. Revoir les pratiques de production utilisées et les modifier de façon à réduire au minimum les facteurs de stress.

Maintenir la température à un niveau convenable, en évitant des températures chaudes dans l'air et dans le substrat. Éviter de trop fertiliser les cultures quand elles sont soumises à un stress.

Faire des arrosages réguliers. Les extrêmes de sécheresse ou d'humidité sont propices à l'infection par *Fusarium*. Un stress occasionné par la sécheresse peut accélérer la manifestation des symptômes.

Utiliser un substrat exempt d'organismes pathogènes. N'utiliser que des pots et plateaux neufs afin d'éviter tout risque de contamination. Pasteuriser le sol pour bien lutter contre la maladie dans les cultures sur sols et utiliser pour la multiplication végétative, du matériel sain, exempt de maladies.

Enfin, faire des traitements fongicides préventifs durant les périodes où un stress inévitable est imposé à la culture.

Thielaviopsis basicola

Thielaviopsis basicola occasionne une pourriture noire sévère des racines de plusieurs cultures florales de serre : cyclamen, fuschia, géranium, kalanchoë, pensée, pervenche, pétunia, poinsettia, primevère et violette.

Les racines infectées se couvrent en général totalement ou partiellement de lésions noires. Il arrive que l'extrémité des racines noircisse. Souvent les plants sont rabougris et présentent des feuilles jaunes ou blanches comme celles des plants souffrant de carences nutritionnelles graves. Les racines meurent très rapidement, entraînant la perte des plants.

Moyens de lutte

Pour lutter contre cette maladie :

- Surveiller le substrat. *Thielaviopsis* est favorisé par un substrat qui affiche une forte teneur en humidité, un pH élevé et des températures fraîches (15–16 °C).
- Éviter les extrêmes de température pour la culture. Par exemple, pour la pervenche, la température doit être au minimum de 20 °C.
- Éviter les apports importants d'azote ammoniacal car ils prédisposent la culture à la maladie.
- Garder une hygiène impeccable.
- Utiliser un substrat exempt de pathogènes et en vérifier périodiquement le pH.
- *Thielaviopsis* est difficile à éradiquer si la culture se fait au sol ou sur des banquettes de bois. Heureusement, cette maladie n'est pas fréquente.
- N'utiliser que des contenants neufs pour les cultures très sensibles.

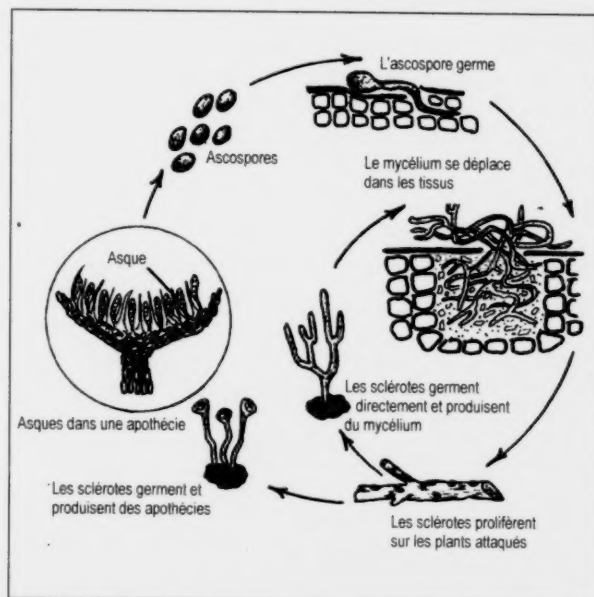
Sclerotinia

De nombreuses cultures ornementales herbacées et légumières peuvent être attaquées par *Sclerotinia sclerotiorum*, y compris : chrysanthème, mufler, sauge, dahlia, pied-d'alouette, tomate, poivron et aubergine. Les infections à *Sclerotinia* sont fréquentes sur les cultures de plein champ, mais s'observent à l'occasion sur les cultures de serre.

Les symptômes varient quelque peu selon l'hôte, la partie de l'hôte qui est atteinte et les conditions environnementales. Le premier symptôme le plus apparent est la présence d'un feutre mycélien blanc épais sur les tiges près

de la surface du sol. Voir la figure 7–8, *Cycle biologique de Sclerotinia*. Peu après, de gros organes de fructification noirâtres, appelés sclérotés, se trouvent emprisonnés dans le mycélium ou dans le cœur des tiges des plantes. Le champignon cause une pourriture de la tige qui tôt ou tard provoque le flétrissement et la mort du plant.

FIGURE 7–8. Cycle biologique de *Sclerotinia*



Aucun symptôme ne se manifeste sur le feuillage au cours des premiers stades de l'infection, tant que le champignon n'a pas complètement envahi la tige, sauf si l'infection s'est d'abord déclarée sur une feuille.

Le champignon survit soit sous forme de sclérote dans les tissus des végétaux ou dans le sol pendant au moins trois ans, soit sous forme de mycélium dans des végétaux morts ou vivants. Les sclérotés sont très résistants aux températures et aux taux d'humidité extrêmes.

Moyens de lutte

Pasteuriser le sol pour lutter efficacement contre ce champignon pathogène dans les cultures sur sols. Pour les cultures sur banquettes, la lutte est plus difficile. Maintenir le feuillage sec en recourant le moins possible à l'irrigation par aspersion ou à l'irrigation goutte à goutte. L'air doit bien circuler dans le feuillage.

Sclerotinia sévit surtout au printemps et en été parce que son activité est influencée par la photopériode.

Rouilles

Les champignons responsables des rouilles dans les cultures abritées sont des parasites obligatoires, ce qui signifie qu'ils s'en prennent à un hôte (la culture dans laquelle on les trouve) qui leur est spécifique. Certains champignons qui provoquent des rouilles dans des cultures en plein air ont besoin d'un hôte-relais pour accomplir leur cycle biologique. Ce n'est toutefois pas le cas des espèces qui s'attaquent aux cultures de serre, dont le cycle biologique complexe produit jusqu'à cinq types de spores différents. La rouille peut apparaître sur les œillets, chrysanthèmes, fuchsias, géraniums, mufliers, poinsettias et une multitude de vivaces d'extérieur, dont l'ancolie, l'hémérocalce et le rosier.

Les rouilles se reconnaissent aux masses d'urédospores blanches, jaunes, orangées, ou brunes à brun rougeâtre qu'on peut observer sur la face inférieure des feuilles et sur les tiges. Ces masses apparaissent quand les pustules éclatent et émettent les spores à maturité. Les premiers symptômes apparaissent habituellement dans les cinq à sept jours suivant l'infection, selon les conditions environnementales.

Les différentes rouilles peuvent entraîner la formation de taches en forme d'auréoles concentriques. Les auréoles sont consécutives à des infections secondaires et tertiaires favorisées par un ensemble de conditions environnementales. La surface de la feuille juste au-dessus de chaque pustule est habituellement jaune et peut être enfoncée. Des points d'infection nombreux sur une feuille entraînent le jaunissement et tôt ou tard la sénescence de la feuille. Les feuilles du bas sont habituellement infectées en premier. Il est rare toutefois que les plants en meurent.

La température et l'humidité relative jouent un rôle de premier plan dans la propagation de la rouille et le taux de réinfection.

Les spores des rouilles sont disséminées par les courants d'air et par les éclaboussures d'eau. Les spores peuvent être transportées sur de longues distances par des boutures infectées. La présence d'eau sur la face supérieure des feuilles pendant un minimum de trois ou quatre heures est nécessaire à la germination des spores et à l'infection, mais la sporulation se produit sur la face inférieure des feuilles.

Les champignons responsables des rouilles survivent à l'état de spores, de mycélium systémique ou dans les végétaux en dormance ou encore dans les débris de végétaux.

Moyens de lutte

La rouille blanche du chrysanthème est la seule rouille justiciable de quarantaine chez les plantes ornementales. Elle se manifeste par des pustules de couleur crème au revers des feuilles inférieures. Pour plus d'information sur cette maladie et les dernières directives de l'ACIA sur la protection des végétaux, voir le site www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pestrava/puchor/puchorf.shtml ou communiquer avec un bureau d'inspection de l'ACIA.

Les producteurs qui reçoivent du matériel importé qu'ils soupçonnent d'être infecté par la rouille blanche du chrysanthème doivent prendre contact avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments.

Il est difficile de maîtriser les rouilles, car la plupart produisent plus d'un type de spores et parce que les résidus de plants infectés sous les banquettes, par exemple, abritent les spores durant de longues périodes.

Des températures entre 10 et 25 °C favorisent la production de spores de la plupart des rouilles. Les spores sont plus facilement libérées dans l'air si l'HR fluctue durant la journée.

Les infections sont d'ailleurs souvent plus graves près des ventilateurs, dans les coins de la serre. Des infections graves se produisent aussi là où les plants sont serrés ou ont une frondaison dense qui nuit à la circulation d'air et entraîne la stratification de la température à travers la culture.

Éviter autant que possible l'irrigation par aspersion ou les arrosages en fin d'après-midi. Espacer les plants de manière à favoriser la circulation d'air à l'intérieur du feuillage.

Éviter que ne se forme de la rosée sur les plants en réglant adéquatement le chauffage, la ventilation et la circulation d'air pendant la nuit afin de maîtriser l'humidité relative autour des plants et à l'intérieur de la frondaison.

Détruire tous les plants gravement atteints afin de réduire le niveau d'inoculum.

Maladies bactériennes (bactérioses)

Les bactéries sont des organismes unicellulaires qui se multiplient rapidement dans des conditions de température idéales. Leur rythme de développement et de propagation s'accroît avec la température, la disponibilité d'eau et de nourriture.

Certaines bactéries phytopathogènes s'attaquent seulement à une ou deux espèces végétales; d'autres s'attaquent à une large gamme de plantes. Les plantes communément victimes de bactéries sont le géranium, le bégonia, le chrysanthème, le calla (*arum*) et l'hibiscus.

Les bactérioses prennent l'apparence de flétrissements, de pourritures des tiges et des racines, de taches sur les feuilles, de tumeurs et de fasciation de parties de la plante. Même si elles sont moins fréquentes que les maladies cryptogamiques, les bactérioses sont parfois très destructrices et difficiles à combattre. Les bactéries qui causent le plus communément des maladies chez les cultures de serre appartiennent aux genres *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Ralstonia* et *Xanthomonas*. Ces bactéries peuvent vivre à la surface ou à l'intérieur des racines, des feuilles et des tiges de leurs hôtes, et chez des plantes qui ne sont pas leurs hôtes.

Les bactéries ne produisent pas de spores. La plupart des bactéries survivent dans la serre dans un état de semi-dessiccation et infectent les débris végétaux pendant longtemps. Par ailleurs, *Ralstonia* survit longtemps dans le sol sans association avec des tissus végétaux. Pour plus de détails, voir *Ralstonia solanacearum*, p. 100.

Les bactéries pénètrent dans les plantes par les blessures, les orifices naturels des feuilles tels que les stomates et les hydathodes. Pour qu'une infection bactérienne débute sur les parties aériennes de la plante, il faut que celles-ci soient recouvertes d'une pellicule d'eau.

Dans le cas des flétrissures bactériennes, les premiers symptômes observés sont le flétrissement ou la brûlure de feuilles entières ou du bord des feuilles. L'infection devient très rapidement systémique, progressant dans les nervures des feuilles et les pétioles. Les feuilles entières jaunissent et présentent de grosses lésions jaunes en forme de « V ». Lorsque les bactéries envahissent la tige, celle-ci prend à l'extérieur une coloration gris foncé tirant sur le noir et semble gorgée d'eau. À l'intérieur, les tissus de la tige sont noirs.

Les conditions favorables à la propagation des maladies bactériennes sont une température élevée de l'air et du

substrat et une forte HR. Les bactéries ne survivent que dans des végétaux vivants ou en décomposition.

Les infections se transmettent souvent pendant la multiplication végétative. Les bactéries pathogènes se répandent à la faveur de la migration de l'eau dans le substrat, des éclaboussures et du transport de substrat ou de matériel infecté à l'intérieur d'une serre ou d'une serre à l'autre.

Moyens de lutte

Aucun produit chimique n'est capable d'éradiquer les maladies bactériennes des plants infectés dans un environnement de culture. La prévention est la seule solution. On réduit le risque d'infection bactérienne en observant de bonnes pratiques culturales et des méthodes méticuleuses de stérilisation.

En vue de la multiplication, acheter des plants exempts de maladies auprès d'un sélectionneur de végétaux et isoler les plants dans une aire désinfectée à fond. Désinfecter fréquemment les outils de bouturage et les zones utilisées pour les travaux de multiplication.

En général, les bactéries ne se reproduisent rapidement qu'en milieu chaud (plus de 25 °C).

Les bactéries se répandent sur les feuilles et les tiges à la faveur de la condensation, des éclaboussures et des travaux de taille ou de prélèvement des boutures. Les maladies bactériennes peuvent se propager très rapidement dans les banquettes de multiplication et dans les réseaux de sub-irrigation.

Des pulvérisations de cuivre fixe (neutre) ou de cuivre organique protègent assez bien les cultures contre les maladies bactériennes mais elles ne peuvent pas les éradiquer et elles sont parfois phytotoxiques.

Erwinia carotovora

Les symptômes d'*Erwinia carotovora* sont une pourriture molle qui, au début, a un aspect aqueux, mais qui se transforme rapidement en une pourriture pâteuse nauséabonde qui provoque l'effondrement complet du plant. Le développement de cette bactérie est fulgurant en milieu chaud et humide. La maladie est favorisée par une irrigation accrue et de hautes teneurs en phosphore et en azote. *Erwinia* est une bactérie omniprésente dans le milieu naturel.

Erwinia chrysanthemumi

Erwinia chrysanthemumi s'attaque à une large gamme de cultures florales, y compris les plantes à feuillage décoratif, le chrysanthème, le poinsettia et le bégonia. Ses symptômes comprennent les pourritures molles, les brûlures foliaires et les flétrissures.

Ralstonia solanacearum

Ralstonia solanacearum est une bactérie phytopathogène qui provoque une flétrissure infectieuse. Ses hôtes sont très nombreux. Mieux connue jusqu'ici sous le nom de *Pseudomonas*, la bactérie n'est pas véritablement un agent pathogène nouveau. À cause de sa diversité, elle est classée dans divers groupes appelés races et biovars selon ses hôtes et les réactions biochimiques qui s'opèrent. Récemment, le biovar 2 de race 3, ou « race spécifique à la pomme de terre », a été détecté dans des boutures végétatives de géranium provenant de régions tropicales ou subtropicales. Ce biovar est particulièrement préoccupant parce qu'il a été démontré qu'il survit dans les sols des régions au climat tempéré. Le biovar 2 de race 3 de *Ralstonia solanacearum* est un agent pathogène de quarantaine réglementé au Canada et aux États-Unis. Il a également été inscrit sur la liste des agents et toxines (*Select Agents and Toxins*) établie par l'USDA en vertu de l'*Agricultural Bioterrorism Act of 2002*. La maladie est réglementée parce qu'elle n'existe pas en Amérique du Nord et que l'éventail de ses hôtes comprend deux cultures vivrières importantes, celles de la pomme de terre et de la tomate.

Les producteurs qui suspectent la présence de *Ralstonia* doivent en aviser l'Agence canadienne d'inspection des aliments.

Ralstonia s'infiltré dans les plantes par les racines ainsi que par les blessures des tiges. La race 3 sévit surtout quand les températures se situent entre 24 et 35 °C; sa virulence diminue quand les températures sont très élevées ou très fraîches.

Les premiers symptômes ressemblent à ceux de la brûlure bactérienne. Les feuilles inférieures sont en général les premières à flétrir; leur limbe peut se couvrir de plaques jaunies. Des taches brunes ou noires peuvent se développer sur les tiges au ras du sol. La plante tout entière flétrit et finit par mourir.

La bactérie survit longtemps dans le sol sans avoir besoin de débris végétaux. Dans les cultures de serre, elle peut se propager par l'intermédiaire des outils de bouturage, du

sol ou substrat, ou du réseau de subirrigation recyclant la solution nutritive.

On croit que la maladie se propagerait facilement par l'eau de recirculation qui n'est pas soumise à la pasteurisation. Les bactéries sont disséminées par les éclaboussures d'eau, les contacts entre les plants, les outils infectés et les vêtements et mains contaminés des travailleurs.

Pour connaître les dernières directives sur la protection des végétaux et la fiche technique consacrée à *Ralstonia*, consulter le site www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pestrava/ralsol/ralstoniaf.shtml ou communiquer avec un bureau d'inspection régional de l'ACIA.

La maîtrise de cette maladie passe par la mise en quarantaine et la destruction des cultures.

***Xanthomonas campestris* pv.**

Xanthomonas campestris et ses diverses souches causent des taches foliaires et des pourritures de la tige chez un large éventail de plantes, dont le bégonia, le géranium, le zinnia et le dieffenbachia. Les symptômes vont des petites taches foliaires bien définies à auréole jaune sur les feuilles à l'atteinte systémique qui entraîne la coloration gris-vert des nervures des feuilles.

Les feuilles infectées flétrissent, finissent par virer au jaune et meurent. Les tiges prennent une teinte vert foncé quand leur tissu vasculaire devient obstrué par les bactéries. Chez le géranium et le bégonia, de nombreuses feuilles se couvrent de taches jaunes caractéristiques, en forme de V, délimitées par les nervures principales. Quand l'infection débute, il peut arriver que les symptômes s'extériorisent sur une seule ramification de la plante.

Certains hôtes ne présentent pas de symptômes nets, mais peuvent sembler manquer de vigueur.

Xanthomonas campestris pv. *pelargonii*, communément appelé agent de la brûlure bactérienne, est très destructif chez le géranium (pélargonium). Il infecte tous les cultivars de géranium à feuilles zonées, de géranium lierre, de géranium des fleuristes (Martha Washington) ainsi que les géraniums de semence. C'est une maladie systémique qui peut rapidement tuer les géraniums de semis et les géraniums à feuilles zonées. En règle générale, les autres types de géranium n'en meurent pas, mais ils se développent mal et ont l'air souffreteux.

Maladies virales (viroses)

Les virus sont des agents pathogènes qui se multiplient seulement à l'intérieur de cellules végétales vivantes. Ils tendent à envahir l'ensemble de la plante-hôte par l'intermédiaire du système vasculaire. Les cultures horticoles importantes appartiennent aux grandes familles de plantes qui sont sensibles à l'attaque des virus.

Avec l'introduction abondante de nouvelles annuelles végétales dans le secteur des plantes à massif, les virus sont de plus en plus préoccupants, surtout pour les producteurs qui cultivent aussi des plants de légumes à repiquer. Les virus peuvent être propagés par les insectes suceurs, tels que les pucerons et les cicadelles, par les outils, ou par la manutention des plants tels que le nettoyage, l'ébourgeonnement ou le prélèvement de boutures. Certains virus se propagent par l'intermédiaire des boutures infectées.

Les premiers symptômes d'infection virale peuvent comprendre la chlorose des nervures, la moucheture, la mosaïque (alternance de plages irrégulières vert clair et vert foncé sur la feuille), ou des anomalies de croissance chez les feuilles. Les symptômes sont spécifiques du type de virus. Les symptômes n'augmentent pas toujours en gravité. Certains virus causent le rabougrissement de la plante. Chez les plants gravement infectés, il arrive que le point végétatif meure.

La gravité des symptômes visibles dépend de la durée de l'infection, de l'âge du plant au moment de l'infection et des conditions de croissance de la culture.

Moyens de lutte

Aucun produit chimique n'est capable d'éradiquer les maladies virales. La prévention est la seule solution. On réduit le risque d'infection virale en observant de bonnes pratiques culturales et des méthodes méticuleuses de stérilisation.

En vue de la multiplication, acheter des plants exempts de maladies auprès d'un sélectionneur de végétaux. Isoler les plants dans une aire désinfectée à fond ou poser des moustiquaires sur les orifices de ventilation et les portes afin d'empêcher les insectes d'entrer dans la serre. Désinfecter fréquemment les outils de bouturage et les zones utilisées pour les travaux de multiplication.

Les cultures qui subissent un stress sont plus vulnérables à une attaque virale. Les symptômes seront plus apparents chez les plantes stressées.

Virus de la maladie bronzée de la tomate et virus de la tache nécrotique de l'impatiante

Le virus de la maladie bronzée de la tomate (TSWV) et le virus de la tache nécrotique de l'impatiante (INSV) sont fort différents des autres virus du fait de la complexité de leur virion, du fait qu'ils sont transmissibles par quelques espèces de thrips seulement et du fait qu'ils ont une gamme étendue d'hôtes. L'INSV est le plus courant; le TSWV ne s'attaque habituellement qu'aux chrysanthèmes, pour ce qui est des cultures florales.

Dans les cultures serricoles de l'Ontario, le TSWV et l'INSV ne sont transmis que par les thrips des petits fruits. Contrairement aux autres insectes vecteurs, les thrips doivent, pour contracter le virus, se nourrir du tissu infecté des plantes pendant qu'ils sont au stade larvaire. Les adultes transmettent par la suite le virus tant qu'ils s'alimentent.

Les symptômes varient selon l'hôte et l'âge de l'hôte. Chez bien des hôtes, il se forme de grosses taches annulaires concentriques et circulaires brunes ou noires sur le feuillage. Chez de nombreux hôtes, le virus devient systémique et fait apparaître des stries noires sur les nervures principales, les pétioles et, chez certains, sur la tige.

Chez le cyclamen, il peut s'écouler de huit à dix semaines entre la transmission de la maladie et l'apparition des premiers symptômes. En général, les symptômes se manifestent plus rapidement sur les plantes qui sont en croissance active. Lorsque de jeunes gloxinias sont infectés, le virus se développe rapidement de façon systémique. Les symptômes ressemblent à ceux de la pourriture du collet causée par *Phytophthora*. Sur d'autres plantes comme le pétunia, les symptômes sont de petites taches ocre à peine visibles. Comme l'infection ne devient pas systémique chez le pétunia, cette plante peut servir de plante indicatrice qui signale la présence de la maladie dès ses débuts.

Parfois, les symptômes peuvent laisser croire à une phytotoxicité causée par les pesticides.

Moyens de lutte

Pour maîtriser cette maladie :

- Il faut attaquer le problème simultanément sur plusieurs fronts.
- Il est très difficile de combattre le virus par temps chaud.

- Éliminer les plants infectés, pieds-mères et plants commerciaux, pour empêcher que les larves contractent le virus durant le premier stade de leur développement.
- Maîtriser les populations de thrips afin que le virus ne se propage pas. Voir au chapitre 4, *Principaux insectes et acariens nuisibles*, p. 53, l'information sur le cycle biologique du thrips des petits fruits.
- Acheter seulement des boutures propres auprès de multiplicateurs de bonne réputation.
- Isoler les plants multiplicateurs dans une aire exempte de thrips.
- Poser des moustiquaires sur les orifices de ventilation.
- Faire un bon désherbage, car de nombreuses mauvaises herbes sont des réservoirs de virus et de thrips.

8. Activité et toxicité des pesticides

La DL₅₀ d'un pesticide figurant au tableau 8-2 (p. 104), *Classement et toxicité des insecticides et des acaricides*, au tableau 8-3 (p. 105), *Classement et toxicité des fongicides*, et au tableau 8-4 (p. 106), *Classement et toxicité des régulateurs de croissance*, est la mesure de la toxicité relative de ce produit. C'est la quantité de matière active du pesticide qui tue 50 % des animaux de laboratoire à qui elle est administrée (des rates le plus souvent) et est indiquée en milligrammes de matière active (m.a.) par kilo de poids corporel des animaux. La DL₅₀ est généralement celle de la toxicité aiguë (produit administré en une fois) par voie orale (par la bouche ou le nez). Il existe aussi pour chaque produit une valeur de DL₅₀ cutanée (toxicité du produit lorsqu'il est absorbé par la peau). Plus la valeur de la DL₅₀ est élevée, moins le produit est toxique pour l'être humain.

Remarque : De nombreux pesticides dont la toxicité aiguë est faible affectent néanmoins à long terme les animaux de laboratoire. Les utilisateurs de ces produits doivent donc être conscients du risque de conséquences néfastes sur leur santé. Pour réduire le risque de contact

avec les pesticides, porter une tenue de protection appropriée, selon les directives données au chapitre 1, *Emploi sécuritaire des pesticides*.

La colonne de droite des tableaux 8-2, 8-3 et 8-4 indique le numéro du tableau ou annexe de la *Loi sur les pesticides* dans lequel chacun des produits a été classé. La *Loi sur les pesticides*, qui est administrée par le ministère de l'Environnement de l'Ontario, interdit la vente et l'utilisation d'un produit pesticide qui n'a pas été homologué conformément à la *Loi sur les produits antiparasitaires*, administrée par le gouvernement fédéral, puis classé par l'Ontario dans une des six annexes de la *Loi sur les pesticides*. Voir le chapitre 1, *Emploi sécuritaire des pesticides*, p. 1, pour plus d'information sur le système de classement.

Les produits qui figurent dans les tableaux ci-après ne sont pas tous forcément homologués pour usage dans une serre ni sur toutes les cultures. Il faut toujours consulter l'étiquette d'un produit pour s'assurer qu'il convient à la culture qu'on veut traiter!

TABEAU 8-1. Activité fongicide contre les maladies des cultures florales

Fongicide	Maladie									
	<i>Botrytis</i>	<i>Fusarium</i>	Taches foliaires ¹	Blanc	Rouille	<i>Pythium</i>	<i>Phytophthora</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Sclerotinia</i>	<i>Thielaviopsis</i>
Aliette (fosétyl-Al)						X	X			
Botran (dichloran)	X									
Compass (trifloxystrobine)								X		
Daconil 2787 (chlorthalonil)	X	X	X	X	X			X		
Decree (fenhexamide)	X									
Folpan (folpet)						X	X			
Meltatox (dodémorphacétate)				X						
Milstop (bicarbonate de potassium)				X						
Mycostop (<i>Streptomyces griseoviridis</i>)		X				X	X			
No Damp (benzoate d'oxine)									X	
Nova (myclobutanil)				X	X					

¹ Voir sur l'étiquette contre quel type précis de tache foliaire le produit est efficace. X Efficace contre cet org. pathogène R Résistance

TABLEAU 8-1. Activité fongicide contre les maladies des cultures florales (suite)

Fongicide	Maladie									
	<i>Botrytis</i>	<i>Fusarium</i>	Taches foliaires ¹	Blanc	Rouille	<i>Pythium</i>	<i>Phytophthora</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Sclerotinia</i>	<i>Thielaviopsis</i>
Phyton 27 (cuivre élémentaire)	X		X	X						
Quintozene (quintozène)								X	X	
RootShield (<i>Trichoderma harzianum</i>)		X				X		X		
Rovral (iprodione)	X							X	X	
Senator (thiophanate-méthyl)	R	R	X	R				X	X	X
Soufre			X	X						
Subdue Maxx (métalaxyl)						X	X			
SupraCaptan, Maestro (captane)	X		X			R				
Truban (étridiazole)						X	X			

¹ Voir sur l'étiquette contre quel type précis de tache foliaire le produit est efficace. X Efficace contre cet org. pathogène R Résistance

TABLEAU 8-2. Classement et toxicité des insecticides et des acaricides

Nom commun	Nom commercial	DL ₅₀ (mg de m.a./kg)	Groupe chimique	Numéro de l'annexe
Abamectine	Avid	300	Avermectines	3
Acéphate	Orthene	866	Organophosphorés	2
Acétamipride	Tristar	1064	Nicotinoïdes	2
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Dipel, Thuricide, Vectobac, BioProtec	15 000+	Agents de lutte biologique	3 2
Bendiocarbe	Trumpet	179	Carbamates	2
Bifénazate	Floramite	> 5 000	Acaricides non classés	3
Carbaryl	Sevin	560	Carbamates	3
Chlorpyrifos	Dursban 2E, Dursban WSP, Pyrate	135	Organophosphorés	3 2
Clofentézine	Apollo SC	> 5 000	Tétrazines	2
Cyromazine	Citation	3 387	Triazines	2
Deltaméthrine	Decis	535	Pyréthrines de synthèse	2
Diazinon	Diazinon	300	Organophosphorés	2
Dichlorvos	DDVP Smoke 20 % EC	80	Organophosphorés	3 2
Dicofol	Kelthane	684	Organochlorés	2
Diflubenzuron	Dimilin	4 640	Benzoyl urée de substitution	2
Diméthoate	Cygon, Lagon	235	Organophosphorés	2
Endosulfan	Thiodan	110	Organochlorés	2
Huile minérale	Landscape Oil	> 15 000		6
Imidaclopride	Intercept	1 858	Nicotinoïdes	5
Kinoprène-S	Enstar II	4 900	Régulateurs de croissance des insectes	3

TABLEAU 8-2. Classement et toxicité des insecticides et des acaricides (suite)

Nom commun	Nom commercial	DL ₅₀ (mg de m.a./kg)	Groupe chimique	Numéro de l'annexe
Malathion	Malathion	1 400	Organophosphorés	3
Naled	Dibrom	430	Organophosphorés	2
Nicotine	Nicotine Smoke	50	Composés botaniques	2
Perméthrine	Pounce	4 000+	Pyréthrines de synthèse	3
Phosmet	Imidan	126-681	Organophosphorés	3
Pymétroline	Endeavor	> 5 000	Pyridine-azométhines	2
Pyridabène	Dyno-Mite	1 930	Pyridazinones	3
Pyrimicarbe	Pirliss	147	Carbamates	2
Spinosad	Success	> 5 000	Spinosynes	3
Tebufénoside	Confirm	> 5 000	Régulateurs de croissance des insectes	2

TABLEAU 8-3. Classement et toxicité des fongicides

Nom commun	Nom commercial	DL ₅₀ (mg de m.a./kg)	Groupe chimique	Numéro de l'annexe
Azoxystrobine	Heritage	> 5 000	Strobilurines	2
Benzoate d'oxine	No-Damp	1 000+	Hydrocarbures aromatiques	3
Bicarbonate de potassium	Milstop	2700		3
Bromine	Agribrom	1 390	Composés inorganiques	3
Captane	SupraCaptan, Maestro	9 000	Phthalimides	2
Chlorthalonil	Daconil 2787	10 000+	Hydrocarbures aromatiques	3
Cuivre	Phyton-27	5 000+	Composés cupriques	3
Dazomet	Basamid, Mylone	519	Diazines	3
Dicloran	Botran	10 000+	Dicarboximides	3
Dodémorphacétate	Meltatox	4 180	Morphactines	3
Etridiazole	Truban	1 077	Thiadiazoles	3
Fenhexamide	Decree	5 000+	Anilides	2
Folpet	Folpan	10 000+	Phthalimides	2
Fosétyl-Al	Aliette	5 000	Organophosphorés	2
Iprodione	Rovral	3 500	Dicarboximides	3
Mancozèbe	Dithane M-45	> 5 000	Dithiocarbamates	3
Métalaxyl	Subdue 2G	669	Acylalanines	2
Myclobutanil	Nova	1 870	Triazoles	2
Quintozone	Quintozone	30 000	Hydrocarbures aromatiques	3
<i>Streptomyces griseoviridis</i>	Mycostop	> 15 000	Agents de lutte biologique	3
Thiophanate-méthyl	Senator	> 6 000	Benzimidazoles	3
<i>Trichoderma harzianum</i>	RootShield	Non toxique	Agents de lutte biologique	3
Trifloxystrobine	Compass	> 5 050	Strobilurines	2
Triforine	Funginex	> 5 273	Amides	6
Zinèbe	Zineb	> 5 200	Dithiocarbamates	3

TABLEAU 8-4. Classement et toxicité des régulateurs de croissance

Régulateur de croissance				
Nom commun	Nom commercial	DL ₅₀ (mg de m.a./kg)	Groupe chimique	Numéro de l'annexe
Ancymidol	A-Rest	40	Pyrimidines	6
Benzyladénine, G. A ₄ A ₇	Fascination	3 160-4 900	Cytokinines	3
Chlorméquat	Cycocel, Cycocel Extra	478	Composés d'ammonium quaternaire	2
Daminozide	B-Nine, Dazide	6 810	Acides organiques	2
Paclobutrazol	Bonzi	5 000+	Triazoles	2
Uniconazole	Sumagic	1 790	Triazoles	2

Dégâts aux cultures florales (phytotoxicité)

Bien que les insecticides de serre aient été sélectionnés et formulés afin d'éviter d'endommager les plantes, il peut tout de même se produire des dégâts dans certaines conditions. Les règles générales qui suivent s'appliquent quel que soit le traitement pesticide :

- Il n'existe aucun insecticide qui puisse être utilisé sans danger sur toutes les plantes et sous toutes les conditions, mais les poudres mouillables sont généralement moins préjudiciables que les formulations liquides.
- Des produits (p. ex. les fumées) qui sont sans danger lorsqu'ils sont appliqués sur un feuillage sec peuvent être nocifs lorsqu'ils sont appliqués sur un feuillage mouillé.
- Les conditions atmosphériques au moment du traitement sont importantes. Ainsi, les pulvérisations faites par temps ensoleillé s'accompagnent de risques accrus de phytotoxicité comparativement aux pulvérisations faites par temps couvert.
- Les plantes qui ne souffrent d'aucun stress, en particulier hydrique, risquent moins d'être endommagées par les pesticides.
- En général, les pulvérisations à bas volume risquent moins de nuire aux plantes que les pulvérisations à haut volume.

Dangers possibles

Voici une liste des dangers possibles, élaborée à partir de l'expérience des producteurs et des mises en garde figurant sur les étiquettes de pesticides.

Cette liste ne prétend pas être complète. Avant d'utiliser un produit pour la première fois sur une culture, toujours faire un essai sur plusieurs variétés différentes et sur une petite superficie, puis inspecter les plantes au bout de quatre ou cinq jours pour voir si elles ont souffert du traitement.

- L'**Avid** peut endommager les cultures de marguerite Shasta et certaines espèces de fougère.
- Ne pas mélanger en cuve du **Botran** avec des formulations EC d'insecticides, en particulier des organophosphorés.
- Ne pas utiliser du **chlorpyrifos (Pyrate)** sur les azalées, camélias, poinsettias, rosiers, géraniums, oxalidacées, coléus ou lierre panaché. Ne pas utiliser le **Dursban WSP** sur acahyphs, aphelandra, schefflera, croton, ficus, hibiscus, impatiens, néphrolepsis, pétunia ou rosier.
- Le **D.C.D.** aurait causé des dommages à certains légumes de serre.
- Le **DDVP (dichlorvos)** est préjudiciable à certains cultivars anciens de chrysanthème, en particulier Shasta et Pink Champagne. Il endommage aussi certains cultivars de mufliers. Le feuillage doit être sec au moment du traitement.
- Le **Dibrom** endommage certaines plantes ornementales, y compris certains cultivars de rosiers. Il peut endommager les éphémères. L'utiliser avec circonspection et ne pas l'appliquer directement sur les plants.
- Le **Dimilin** ne doit pas être utilisé sur le poinsettia, l'hibiscus ni le begonia Rieger.

- Le **Dyno-Mite** peut altérer la couleur des fleurs du pétunia (cv. White Madness).
- L'application d'**Enstar II** peut endommager les bractées de certains cultivars de poinsettia. Chez certaines variétés de rosiers, les dommages peuvent apparaître un certain temps après le traitement.
- Ne pas utiliser de **savon insecticide** sur les pois de senteur, les capucines ni les fougères délicates.
- Ne pas utiliser du **malathion** sur les fougères, les pétunias, les crassulées ni les violettes africaines.
- Ne pas utiliser **Meltatox** sur les rosiers Tropicana, ni sur d'autres plantes que les rosiers.
- La **nicotine** peut endommager les plantes grasses et les violettes africaines.
- Le **Nova** peut avoir un certain effet régulateur de croissance chez les plantes traitées.
- Le **Pirliss** ne doit pas être appliqué sur les chrysanthèmes Icecap, Goldcap et cultivars apparentés.
- Le **Rovral** peut causer la brûlure des pétales chez la violette africaine.
- Le **Sevin (carbaryl)** ne doit pas être utilisé sur le lierre de Boston, la vigne vierge ni les adiantes pédalés.
- Le **Thiodan (endosulfan)** ne doit pas être utilisé sur les géraniums, sur les chrysanthèmes Bonnafon cultivés en serre, ni sur les boutures de chrysanthèmes dans le mois qui suit leur plantation.
- Ne pas appliquer du **Trumpet** sur les gloxinias.

Agribrom

- Agribrom est homologué comme traitement de l'eau pour lutter contre les algues.
- Pour être efficace, il doit être présent constamment dans l'eau d'irrigation en faible quantité.
- Si l'on fait recycler l'eau d'irrigation et qu'on lui ajoute de l'Agribrom à chaque fois, surveiller les concentrations de chlorure et cesser l'emploi si elles sont trop élevées.
- Comme le traitement de l'eau dans les cuves peut également élever les concentrations de chlorures, il est recommandé d'injecter l'Agribrom juste au moment d'arroser les cultures.
- Toujours respecter scrupuleusement les directives données sur l'étiquette.

Bois traité sous pression

- Le bois traité Wolmanized* peut être utilisé sans risque dans les serres.
- Le naphthanate de cuivre a déjà causé des dégâts aux cultures de poinsettias.
- N'utiliser aucun autre agent de préservation du bois dans les serres. S'informer auprès d'un conseiller en serriculture.

9. Emploi de régulateurs de croissance

Un certain nombre de techniques culturales et de gestion environnementale permettent d'influencer la croissance des plantes, particulièrement leur croissance végétative.

Techniques culturales

Stress hydrique — On peut ralentir la croissance d'une culture en la soumettant à un stress hydrique, ce qui consiste à restreindre la teneur en eau du substrat ainsi qu'à maintenir une humidité relative très faible dans le milieu ambiant.

Nutrition — Un excès d'azote stimule l'élongation des cellules et, de ce fait, l'allongement des tiges. En agissant sur les teneurs en phosphore, on peut aussi influencer la croissance végétative.

Température moyenne sur 24 heures — L'élévation ou l'abaissement de la température moyenne sur 24 heures se répercute sur la hauteur des plants. Ainsi, les rosiers et les cultures de saison froide comme celles des anémones, des renoncules, des primevères et des cinéraires, resteront de petite taille s'ils sont soumis à des températures plus élevées, tandis que des cultures comme celles des chrysanthèmes et des lis sont généralement de plus haute taille quand elles sont cultivées sous des températures chaudes.

DIF ou température diurne/nocturne — La DIF est la différence entre la température diurne et la température nocturne. Le maintien d'une température plus fraîche le jour que la nuit (DIF négative) ou un abaissement brusque de la température dès l'aube et durant toute la matinée a un effet inhibiteur sur la croissance des plantes. En outre, selon qu'on augmente ou qu'on abaisse la température moyenne sur 24 heures, on peut accélérer ou ralentir la croissance des plantes.

Intensité lumineuse — En général, les plantes se développent moins en hauteur dans une serre où l'intensité lumineuse est élevée.

Qualité de la lumière — On obtient des plants plus compacts quand on supprime la période de lumière crépusculaire, à la tombée de la nuit, en utilisant des écrans d'obscurcissement ou des toiles à ombrer, ce qui aug-

mente le rapport de la lumière rouge à la lumière rouge lointain, comparativement à la lumière ambiante.

Stress mécanique — Les plantes soumises à un stress mécanique (exposées à une forte circulation d'air ou effleurées un certain nombre de fois par jour) tendent à se développer moins en hauteur.

Eau froide — Des aspersions d'eau froide peuvent avoir un effet régulateur de croissance. Des expériences effectuées sur le lis de Pâques (cv. Nellie White) ont montré que la hauteur de cette plante augmente de façon linéaire, à raison de 1,5 cm par degré C de température de l'eau, entre 2 °C et 20 °C. L'eau avait été appliquée par aspersion deux fois par semaine, à raison de 100 mL par plant. Il faut que l'eau soit aspergée sur le méristème (apex) des plantes et non sur le substrat. Certaines plantes à massif réagissent également bien à cette technique.

Techniques chimiques

Les régulateurs de croissance des plantes (RCP) sont devenus depuis une trentaine d'années un outil important en serriculture, car ils permettent de modifier le mode de développement des espèces florales cultivées en serre. Ils influent en effet sur différents mécanismes physiologiques comme l'allongement des tiges, la ramification, l'émission des racines, l'induction florale et la croissance végétative. Le présent chapitre traite des facteurs à considérer lorsqu'on utilise des RCP pour limiter la croissance végétative (c.-à-d. réduire la taille des plants).

Facteurs à considérer

Vigueur de la plante

N'administrer des RCP qu'à des plants en bonne santé et en pleine croissance ou à des cultivars vigoureux. Éviter de les utiliser sur des plants moins robustes ou des cultivars moins vigoureux, pour ne pas risquer de les atrophier excessivement. Les RCP imposent un stress aux plantes. Une plante saine et vigoureuse est plus apte à tolérer ce stress. Une plante déshydratée est plus sensible aux effets phytotoxiques d'un RCP qu'une plante turgescente. N'appliquer un RCP que sur des plantes pourvues d'un système racinaire bien développé. Par exemple, lorsqu'il est

appliqué sur des lis de Pâques faiblement racinés, l'A-Rest peut provoquer une chute anormale des feuilles du bas.

Réaction spécifique du cultivar

La concentration du RCP et le nombre de traitements doivent être adaptés au comportement végétatif du cultivar à traiter. Par exemple, dans le cas des chrysanthèmes en pots, les cultivars à longues tiges comme ceux de la série Princess Ann nécessitent généralement une concentration plus élevée de RCP que les cultivars plus compacts comme les Mandalay. Cette règle vaut aussi pour certaines souches de poinsettia.

Milieu ambiant

Les plantes cultivées dans un milieu frais et peu éclairé peuvent nécessiter moins de RCP que celles qui sont cultivées dans un milieu plus chaud et plus lumineux. Il faut par conséquent modifier la concentration selon qu'on est en été ou en hiver, surtout quand on utilise des RCP plus actifs ou plus forts comme Bonzi ou Sumagic. S'abstenir d'appliquer un RCP lorsque la température dépasse 22 °C. Dans la mesure du possible, faire l'application en soirée ou pendant les périodes où les pertes par transpiration sont faibles, afin de favoriser l'absorption du produit par les tissus des plantes. Cette précaution s'impose particulièrement dans le cas du B-Nine et, dans une moindre mesure, du Cycocel. Le Bonzi et le Sumagic, deux RCP à action systémique, sont absorbés rapidement par les tissus des plantes.

Stade phénologique

L'effet des RCP est généralement plus fort sur des plants jeunes et vigoureux. L'application d'A-Rest sur des lis de Pâques de moins de 10 cm de hauteur peut réduire le nombre de boutons floraux, retarder la floraison et atrophier gravement la plante. À l'inverse, s'il est appliqué trop tard, l'A-Rest ou le Sumagic provoque la formation d'une inflorescence à allure de palmier sur les lis, et de bractées trop petites sur le poinsettia. Un traitement prématuré peut aussi nuire au développement de certains entre-nœuds (dans le bas des tiges) du poinsettia et du chrysanthème. Cet effet est d'autant plus prononcé que la dose est forte ou que le RCP est puissant.

Pour ce qui concerne les plantes à massif, il faut des doses beaucoup plus faibles de Bonzi ou de Sumagic lorsqu'on traite des plantules en plateaux à alvéoles que lorsqu'on traite des plants qui ont été repiqués en caissettes alvéolées ou en corbeilles.

Dosage et uniformité du traitement

Avec la plupart des RCP, l'exactitude de la concentration de matière active (m.a.) dans la bouillie à appliquer est

primordiale. On peut faire une conversion simple à l'aide des concentrations standard (1 ou 1 000 ppm de m.a.) indiquées au tableau 9-1, *Données repères pour la dilution des régulateurs de croissance*, p. 111.

La dose doit être mesurée avec le plus grand soin avec une balance et/ou un récipient gradué de précision. Dans le cas de l'A-Rest administré par arrosage abondant du substrat, la dose recommandée sur l'étiquette est exprimée en matière active totale par pot. Cela signifie donc que la concentration de la solution (mg/L ou ppm) multipliée par le volume de la bouillie à verser sur le substrat (L/pot) doit être égale à la dose (mg/pot).

Toujours lire l'étiquette. Un même produit peut exister en différentes formulations. Une même formulation peut avoir changé. Se conformer au mode d'emploi spécifié par le fabricant. Le cas échéant, l'étiquette précise s'il faut utiliser un mouillant-adhésif.

Les RCP doivent être conservés dans un endroit frais, sec et sombre, à l'abri du gel. Leur durée de conservation est d'au moins deux ans. Certains RCP deviennent instables une fois mélangés à l'eau. Préparer la bouillie immédiatement avant de l'employer pour éviter toute dégradation du produit.

Modes d'application

Arrosage abondant du terreau ou du substrat

Certains RCP se diffusent de façon systémique à l'intérieur de la plante en empruntant son système vasculaire (p. ex. A-Rest, Bonzi, Cycocel et Sumagic). L'arrosage abondant du substrat aide à mieux répartir l'absorption du produit par la plante, et donc à en augmenter l'effet. L'application des RCP par sub-irrigation n'est pas encore homologuée. Des questions restent à régler quant à la dose et au risque de résidus sur les tables, dans le sol ou les rigoles de drainage.

Le traitement par arrosage abondant du sol est plus précis que la pulvérisation, mais demande plus de travail.

Avant de traiter, vérifier que les plantes ont des racines bien développées. C'est là une précaution indispensable pour l'arrosage du substrat des lis de Pâques avec A-Rest.

S'assurer que les plantes ne souffrent pas de stress. Le traitement risque de léser les plantes si elles sont tant soit peu déshydratées. Il est prudent d'arroser les plantes en fin d'après-midi et de traiter le lendemain matin. En outre, après un arrosage la veille, le RCP se répartit plus uniformément dans le substrat.

TABLEAU 9-1. Données repères pour la dilution des régulateurs de croissance

Nom du produit	Matière active	Formulation	Pulvérisation ou arrosage abondant	
			1 ppm	1 000 ppm
A-Rest	Ancymidol	0,0264 % (0,264 g/L)	3,8 mL/L	
B-Nine	Daminozide	85 SP (850 g/kg)		1,2 g/L
Dazide	Daminozide	85 WSG		1,2 g/L
Bonzi	Paclobutrazol	0,4 % (4 g/L)	0,25 mL/L	
Cycocel Extra	Chlorméquat	46,0 % (460 g/L)		2,2 mL/L
Fascination	Benzyladénine + gibbérellines	1,8 % / 1,8 %	0,056 mL/L	
Sumagic	Uniconazole	0,055 % (0,55 g/L)	1,8 mL/L	

Veiller à ce que le substrat soit saturé uniformément. Appliquer suffisamment de bouillie pour mouiller toute la masse racinaire. L'arrosage abondant du substrat avec Sumagic et Bonzi est extrêmement efficace. La précision du traitement est de toute première importance.

Les substrats à base d'écorce de pin réduisent l'efficacité d'A-Rest, de Bonzi et de Sumagic.

Pulvérisation

La pulvérisation demande moins de travail que l'arrosage abondant du sol, mais il est alors indispensable qu'elle recouvre uniformément le feuillage. Le bon fonctionnement du matériel de pulvérisation est *indispensable*.

Les plantes doivent être turgescentes au moment du traitement pour ne pas subir de dégât foliaire. Après une pulvérisation à base de Cycocel ou de B-Nine/Dazide, garder le feuillage sec pendant 12 à 24 heures pour éviter le lessivage de ces produits.

La plupart des produits contiennent un agent mouillant; toutefois, on peut avoir à ajouter un mouillant-adhésif à la bouillie pour que celle-ci s'étale plus uniformément sur le feuillage et pour réduire la possibilité de dégâts foliaires. On obtient généralement un bon recouvrement avec 10 à 20 L de bouillie/100 m². On peut diminuer ce volume quand on traite des plants plus jeunes et plus petits. Pour éviter tout gaspillage des produits chimiques, placer les plantes aussi proches que possible les unes des autres sans pour autant trop les tasser.

Appliquer les RCP avec un pulvérisateur réservé à cet usage. Le nettoyer après chaque application afin d'éviter tout risque de dégât dû à des résidus d'autres produits chimiques.

On peut s'aider du tableau 9-2, *Volume de bouillie recommandé*, pour savoir quel volume préparer.

TABLEAU 9-2. Volume de bouillie recommandé

Diamètre du pot (cm)	Volume de bouillie (mL/pot)	
	Arrosage abondant	Pulvérisation
10	90	3
13	120	6
15	180	10
20	240	17,5
25	300	25

Lorsqu'ils sont appliqués par pulvérisation foliaire, les RCP doivent être absorbés par les feuilles et diffusés à l'intérieur du plant. La matière active doit traverser la cuticule cireuse de la feuille ou de la tige et se diffuser à l'intérieur du tissu végétal. Les RCP très hydrosolubles comme le B-Nine/Dazide et le Cycocel pénètrent lentement la cuticule, tandis que ceux qui sont moins hydrosolubles (Sumagic, Bonzi, A-Rest) la pénètrent très rapidement.

Dans le cas du Cycocel et du B-Nine/Dazide, le feuillage absorbe la matière active tant qu'il reste mouillé; on doit donc les appliquer très tôt le matin ou à la fin de la journée ou par temps nuageux et humide, quand l'air est presque immobile. Éviter d'arroser les feuilles par asper-sion pendant 12-24 heures après l'application pour ne pas enlever la matière active qui s'y est déposée.

L'A-Rest, le Sumagic et le Bonzi sont absorbés très rapidement (en quelques minutes) par les feuilles et risquent peu d'être lessivés une fois que les feuilles sont ressuyées.

Nombre d'applications

Le traitement « unique », par arrosage abondant du sol ou pulvérisation, est la méthode la plus économique, mais aussi celle qui laisse le moins de place à l'erreur. Il est moins risqué de faire deux traitements avec la dose

inférieure recommandée (qui est habituellement la moitié de la dose supérieure recommandée). Un intervalle d'une ou deux semaines entre deux traitements consécutifs offre davantage de souplesse et réduit les risques d'endommager les plants. Il permet aussi de surveiller la croissance des plantes, de tenir compte du changement des conditions météorologiques et de décider s'il convient de faire d'autres traitements ou non. La technique des traitements multiples améliore normalement la forme des plants.

Comment estimer la taille définitive du plant

Les chercheurs en floriculture ont constaté qu'il est possible de prédire la taille définitive du chrysanthème, du lis de Pâques et du poinsettia en se référant à des courbes de croissance (suivi graphique). Le suivi graphique peut aider à déterminer si le ralentisseur de croissance utilisé est efficace et s'il faut faire des traitements supplémentaires ou non. Quatre semaines après le début du régime jours courts, le chrysanthème et le poinsettia sont à environ la moitié de leur hauteur définitive. Quant au lis de Pâques, sa hauteur définitive est approximativement le double de celle qu'il atteint au stade bouton visible. On peut donc estimer la hauteur définitive des plants en multipliant par deux la hauteur qu'ils atteignent à ces stades (hauteur mesurée à partir du haut du pot). Si la hauteur estimative à quatre semaines est trop grande, une application de régulateur de croissance peut être indiquée. Ce traitement induira un nouveau ralentissement de croissance et produira des plants plus conformes aux attentes.

Les producteurs devraient se servir du suivi graphique dans leur programme cultural intégré comme technique de surveillance de la croissance. On trouve sur le marché des programmes de suivi graphique qui présentent les courbes de croissance caractéristiques de ces cultures.

Modes de préparation des bouillies et des régulateurs de croissance des plantes

Toujours lire l'étiquette. Manipuler les produits chimiques conformément aux recommandations du fabricant et observer toutes les restrictions et précautions.

Au moment de mélanger des produits chimiques, savoir que le volume du RCP est compris dans le volume final de la bouillie à appliquer sur les plants. Mesurer d'abord la quantité de produit chimique. Verser ensuite dans le réservoir la moitié de la quantité d'eau nécessaire. Ajouter le produit chimique, puis la quantité d'eau nécessaire pour obtenir le volume de solution requis. Par exemple, si le mode d'emploi indique 60 mL de B-Nine/Dazide par litre, verser en premier 0,5 L d'eau, ajouter 60 mL de B-Nine/Dazide dans un récipient gradué approprié, et

ajouter de l'eau jusqu'à la graduation 1 L. Ne pas oublier que c'est la bouillie finale contenant le B-Nine qui doit faire 1 L. Bien agiter la solution avant et pendant la pulvérisation.

Ne pas ajouter d'agent mouillant-adhésif si l'étiquette indique que le RCP en contient déjà. Cependant, si la bouillie pulvérisée forme trop de perles sur les feuilles, y ajouter un agent mouillant pour qu'elle s'étale mieux.

Lire l'étiquette pour savoir si le produit est suffisamment stable pour être conservé après la préparation. Il vaut mieux mélanger les régulateurs de croissance juste avant chaque application pour être sûr que le produit n'a rien perdu de son pouvoir.

Les régulateurs de croissance sont des outils trop délicats pour être utilisés en mélange avec d'autres produits. Ne pas courir de risques dans l'espoir de gagner du temps. Mesurer et appliquer avec précision le régulateur de croissance.

Recommandations concernant l'emploi des régulateurs de croissance sur les cultures florales

L'efficacité des régulateurs de croissance des plantes peut varier beaucoup d'une culture à l'autre. Il faut bien lire l'étiquette des RCP avant de les employer. Voir le tableau 9-3, *Liste des régulateurs de croissance homologués par culture*, et le tableau 9-4, *Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes*, p. 113.

TABEAU 9-3. Liste des régulateurs de croissance homologués par culture

Culture	Régulateurs de croissance homologués
Azalée	B-Nine/Dazide
Chrysanthème (à couper)	B-Nine/Dazide
Chrysanthème (en pot)	A-Rest, B-Nine/Dazide, Sumagic
Géranium à feuilles zonées	Bonzi, Cycocel Extra, Sumagic
Hydrangée	B-Nine/Dazide
Lis de Pâques	A-Rest, Fascination, Sumagic
Lis hybrides	A-Rest, Fascination
Plantes à massif	B-Nine/Dazide, Bonzi, Sumagic
Poinsettia	A-Rest, B-Nine/Dazide, Cycocel, Cycocel Extra, Sumagic

TABLEAU 9-4. Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes

A-Rest (0,0264 % ancymidol)

Cultures	Chrysanthème (en pot), lis, poinsettia
Concentration de la matière active	2-8 ppm
Dose	2 ppm = 7,5 mL/L d'eau 8 ppm = 30 mL/L d'eau
Mode d'application	Arrosage abondant du substrat. Appliquer à raison de 0,25 mg de matière active par pot de 15 cm.
Moment de l'application	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Chrysanthème</i> : Appliquer quand les racines commencent à sortir de la motte de substrat, soit environ deux semaines après le pincement, lorsque les pousses latérales atteignent 5 cm de long. • <i>Lis</i> : Appliquer lorsque les lis ont 7-15 cm de hauteur. Ne pas traiter entre le 23 janvier et le 7 février, sous peine de réduire le nombre de boutons floraux. • <i>Poinsettia</i> : Traiter la plante à partir du pincement jusqu'à 4 semaines suivant le pincement; ou 8-12 semaines avant la finition.
Remarques	La bouillie doit mouiller uniformément tout le substrat. Ne pas ajouter d'agent mouillant. Dans le cas des lis de Pâques, s'assurer que les racines sont saines et que le substrat est suffisamment riche en phosphore pour limiter le jaunissement des feuilles inférieures.

Cycocel Extra (46,0 % chlorméquat)

Cultures	Géranium à feuilles zonées, poinsettia
Concentration de la matière active	<i>Géraniums</i> : 1500-3000 ppm <i>Poinsettia</i> : 1500-3000 ppm
Dose	1500 ppm = 3,25 mL/L d'eau 3000 ppm = 6,5 mL/L d'eau
Mode d'application	Arrosage abondant du substrat.
Moment de l'application	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Géranium à feuilles zonées</i> : appliquer par arrosage abondant du substrat, à raison de 1500-3000 ppm, 3 semaines après le repiquage, quand les plants sont bien enracinés et que la tige commence à s'allonger. • <i>Poinsettia</i> : traiter quand les pousses atteignent de 2 à 4 cm.
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Géranium à feuilles zonées</i> : hâte la floraison et stimule la ramification. • <i>Poinsettia</i> : un traitement après le 15 octobre peut retarder la formation des fleurs et réduire la taille des bractées chez les poinsettias qui sont élevés sous régime d'éclairage naturel. Deux traitements à demi-dose sont plus efficaces qu'un seul traitement à pleine dose.

TABLEAU 9-4. Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes (suite)

B-Nine SP/Dazide 85 WSG (85 % daminozide)

Cultures	Azalée, plantes à massif, chrysanthème (en pot et à couper), hydrangée, poinsettia
Concentration de la matière active	<p><i>Azalée</i> (1500–2500 ppm) <i>Plantes à massif</i> (5000 ppm) <i>Chrysanthème : en pot</i> (2500–5000 ppm); <i>à couper</i> (2500 ppm) <i>Hydrangée</i> (5000 ppm) <i>Poinsettia</i> (5000–7500 ppm)</p>
Dose	2500 ppm = 3,0 g/L d'eau
Mode d'application	Pulvérisation (2 L/100 m ²)
Moment de l'application	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Azalée</i> : Après le dernier pincement, traiter lorsque les pousses ont 2,5 cm de long afin de stimuler le développement de nouveaux boutons (1 application à 2500 ppm ou 2 applications à 1500 ppm, à une semaine d'intervalle). • <i>Plantes à massif</i> : Appliquer 2–3 semaines après le repiquage ou lorsque les plants ont commencé à s'allonger. Traiter une deuxième fois au besoin. • <i>Chrysanthème (en pot)</i> : Appliquer lorsque les pousses ont 2–4 cm de long. Traiter une deuxième fois au besoin 3 semaines plus tard; (<i>à couper</i>) : pour empêcher l'allongement des pédoncules, pulvériser 2 jours après l'ébourgeonnement ou 4 semaines suivant la mise à l'ombre. • <i>Hydrangée</i> : Effectuer la première pulvérisation entre 2 et 3 semaines (stade 4–5 feuilles) et la deuxième pulvérisation une semaine plus tard. • <i>Poinsettia</i> : Pulvériser lorsque les pousses ont environ 5 cm de hauteur. La concentration de la bouillie dépend de la date du pincement (qui à son tour dépend de la grosseur du pot). Des plants vigoureux peuvent nécessiter un second traitement.
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Azalée</i> : Amplifie la réaction aux jours courts et hâte la formation des boutons. Ne pas laisser la solution dégoutter sur le substrat. • <i>Plantes à massif</i> : Efficace sur la plupart des plantes à massif, sauf sur gueule-de-loup, célosie, coléus, pensée, géranium, œillet, cléome, volubilis et gomphrena. • <i>Chrysanthème (en pot)</i> : Utiliser la dose inférieure sur les plants pincés et la dose supérieure sur les plants à une seule tige. Pulvériser sur le feuillage jusqu'au point de ruissellement; (<i>à couper</i>) : ne pas mélanger le B-Nine avec d'autres pesticides. • <i>Hydrangée</i> : Traiter si nécessaire quand les boutons sont visibles. • <i>Poinsettia</i> : Ne pas ajouter d'agent mouillant. Une application tardive retardera la floraison.

TABLEAU 9-4. Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes (suite)

Bonzi (0,4 % paclobutrazol)	
Cultures	Plantes à massif en plateaux à alvéoles (plantules), en caissettes à alvéoles ou en godets (plants repiqués)
Concentration de la matière active	0,5–60 ppm selon le mode d'application et l'espèce cultivée. <i>Lire attentivement l'étiquette. Le Bonzi est extrêmement actif à très faible concentration. Faire d'abord un essai à faible concentration sur chaque espèce et cultivar.</i>
Dose	1 ppm = 0,25 mL/L d'eau 2 ppm = 0,5 mL/L d'eau 10 ppm = 2,5 mL/L d'eau
Mode d'application	Pulvérisation (utiliser 1–2 L/10 m ² selon le stade phénologique). Arrosage abondant du sol (utiliser 60–80 mL/pot de 10 cm; 120–140 mL/pot de 15 cm).
Moment de l'application	Plantules en plateaux à alvéoles: faire le premier traitement au stade de la première ou de la deuxième feuille. Plants repiqués en caissettes alvéolées ou en godets (petits pots): traiter quand la reprise des plants est assurée, soit habituellement 2–3 semaines après le repiquage.
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> • On obtient normalement la hauteur souhaitée après un seul traitement par pulvérisation ou arrosage abondant du sol, mais on peut aussi obtenir une bonne maîtrise de la hauteur par deux traitements à 7–10 jours d'intervalle avec la moitié de la dose recommandée. • Prendre soin de ne pas pulvériser une quantité excessive de bouillie sur les jeunes plants dont le feuillage ne recouvre pas encore complètement le substrat; la bouillie pénétrerait dans le substrat et y agirait comme un arrosage abondant du sol, ce qui pourrait causer l'atrophie des espèces sensibles. • Comme la matière active du Bonzi est absorbée par les tiges, il est essentiel que la pulvérisation atteigne uniformément toutes les parties aériennes de la plante. Une dose excessive risque d'atrophier les plants et de retarder la floraison.
Fascination (1,8 % benzyladénine, BA, et 1,8 % gibbérellines, GA₄₊₇)	
Cultures	Lis de Pâques, lis asiatique hybride et lis oriental hybride
Concentration de la matière active	25–100 ppm de benzyladénine ou GA ₄₊₇
Dose	25 ppm = 1,4 mL/L d'eau 100 ppm = 5,6 mL/L d'eau
Mode d'application	<p>Pulvériser à raison de 25 ppm uniquement sur les feuilles du bas, au stade du bouton visible, avant que les feuilles commencent à jaunir. Pulvériser à raison de 100 ppm sur toute la plante, quand les boutons sont épanouis, juste avant le transfert en chambre froide.</p> <p>Utiliser un pulvérisateur ordinaire à basse pression pour éviter un brouillard trop fin qui se déposerait sur les feuilles immatures, ce qui pousserait la plante à s'allonger. Traiter à raison de 1,9 L de solution par 10 m² de superficie de banquettes de culture, en veillant à bien recouvrir les feuilles du bas. Ne pas utiliser plus de 15 mL de bouillie par plante; autrement, le produit excédentaire qui tomberait sur le substrat pourrait également pousser la plante à s'allonger. Le produit n'est pas systémique et ne migre pas dans la plante. Par conséquent, seules les feuilles qui ont reçu la solution seront protégées.</p>
Moment de l'application	Traiter au stade du bouton visible, ou juste avant l'envoi en chambre froide.
Remarques	Les plantes ne réagissent pas toutes de la même façon au traitement à cause de différences dans leur structure, leur superficie foliaire et l'orientation de leurs feuilles. Traiter dans la matinée ou à la fin de l'après-midi, quand les plants ne souffrent pas de stress.

TABEAU 9-4. Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes (suite)

Sumagic (0,055 % uniconazole-P)

Cultures	Plantes à massif, chrysanthème, lis de Pâques, géranium à feuilles zonées et géranium de semis, poinsettia
Concentration de la matière active	<i>Plantes à massif</i> : 1–30 ppm <i>Chrysanthème</i> : 5–10 ppm <i>Lis de Pâques</i> : 3–30 ppm <i>Géranium</i> : 2–4 ppm (de semis); 2–8 ppm (à feuilles zonées) <i>Poinsettia</i> : 2–8 ppm
Dose	1 ppm = 1,8 mL/L d'eau 2 ppm = 3,6 mL/L d'eau 10 ppm = 18 mL/L d'eau
Mode d'application	Pulvérisation (utiliser 1–2 L par 10 m ² selon le stade phénologique). Pour un résultat optimal, traiter de préférence à basse pression et en produisant des gouttelettes suffisamment grosses.
Moment de l'application	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Plantes à massif</i> : Varie selon l'espèce à traiter. Lire attentivement l'étiquette. On fait habituellement la première pulvérisation lorsque les semis ont 2,5–3,0 cm de hauteur. • <i>Chrysanthème</i> : Appliquer 7–14 jours après le pincement lorsque la longueur des entre-nœuds est de 3,8–5,0 cm. On peut traiter une deuxième fois 7–21 jours plus tard, pour réduire encore davantage la croissance. • <i>Lis de Pâques</i> : Faire le traitement lorsque les pousses font 7,5 cm de long. Laisser passer au moins 2 semaines entre les traitements et éviter de traiter tard dans la saison. <i>Géranium</i> (de semis): Traiter quand les plants atteignent 5–16 cm de haut; (géranium à feuilles zonées) traiter les boutures quand elles sont bien enracinées. • <i>Poinsettia</i> : Appliquer lorsque les entre-nœuds mesurent 3,5–5,0 cm de long (environ 10–14 jours après le pincement). On peut faire deux autres traitements au maximum, à 7 jours d'intervalle, jusqu'à ce qu'on obtienne les caractéristiques de croissance souhaitées. Ne pas traiter une fois les bractées formées.
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> • La réaction des plantes au Sumagic est fortement influencée par des facteurs culturels et environnementaux comme le substrat, la gestion de l'eau et de la fertilisation, la température, l'éclairage, la composition de la serre et différentes pratiques culturales. Faire d'abord un essai sur un petit nombre de plants à la dose la plus faible recommandée. Il se peut qu'il faille réduire les doses lorsque les températures sont plus fraîches. • <i>Plantes à massif</i> : Utiliser la dose inférieure recommandée sur l'étiquette. Vérifier d'abord la façon dont chaque espèce répond au traitement. • <i>Chrysanthème</i> : Deux applications à demi-dose peuvent avoir plus d'effet qu'une seule application à pleine dose. • <i>Lis de Pâques</i> : Un traitement avec Sumagic peut réduire les besoins en eau du lis de Pâques. Éviter les applications tardives. Dans les conditions qui prévalent en Ontario, la dose de 2–3 ppm semble convenir, avec un maximum de trois pulvérisations par saison. • <i>Poinsettia</i> : Le traitement peut entraîner une légère réduction de la taille et du diamètre des bractées; il peut retarder la floraison s'il est effectué quand les plants sont déjà en régime jours courts.

10. Lutte contre les maladies et les ravageurs dans les serres

Ce chapitre est constitué de deux tableaux qui énumèrent les pesticides recommandés pour protéger les cultures florales de serre. Le tableau 10-1, *Pesticides recommandés — par ordre alphabétique de leur nom commercial*, précise quelles sont les cultures sur lesquelles chaque produit est homologué ainsi que les ravageurs ou maladies qu'il permet de combattre. Le tableau 10-2 (p. 119-154), *Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures*, indique les pesticides qui peuvent être utilisés sur les différentes cultures. Il précise quels sont les pesticides homologués à employer, et à quelle dose, contre chaque

ravageur et maladie de la culture. Avant d'utiliser un pesticide, toujours consulter l'étiquette pour connaître exactement les usages et les doses. L'ordre dans lequel les produits sont énumérés dans ce tableau ne traduit aucun classement préférentiel. Toutefois, les produits ayant fait l'objet d'une homologation récente sont habituellement inscrits en début de liste. Dans certaines conditions d'utilisation, de nombreux pesticides peuvent causer des réactions phytotoxiques. Lire attentivement l'étiquette et consulter la section intitulée *Dégâts aux cultures florales (phytotoxicité)*, p. 106.

TABEAU 10-1. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique de leur nom commercial

Insecticides		
Nom commercial (matière active)	Ravageurs	Cultures
Avid (abamectine)	Tétranyques, mineuses	Plantes ornementales de serre
Citation (cyromazine)	Mineuses, mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides), mouches des rivages (éphydridés)	Plantes ornementales de serre
Confirm (tébufénozide)	Légionnaires, vers-gris, fausse-arpenteuse du chou, noctuelle verdoyante, tordeuses	Plantes ornementales de serre
DDVP 20% EC (dichlorvos)	Pucerons, aleurodes	Plantes ornementales de serre
DDVP fumigène (dichlorvos)	Pucerons, tétranyques, thrips des petits fruits, aleurodes, cochenilles farineuses	Plantes ornementales de serre
Decis (deltaméthrine)	Thrips des petits fruits	Cultures florales de serre (chrysanthème, cinéraire, lis de Pâques, géranium)
Dibrom (naled)	Aleurodes, pucerons, tétranyques, tordeuses, cochenilles farineuses	Rose, fleurs coupées
Dimilin (diflubenzuron)	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides), mouches des rivages (éphydridés)	Plantes ornementales de serre
Dipel (<i>Bacillus thuringiensis</i>)	Tordeuses, fausse-arpenteuse du chou	Rose, chrysanthème
Dursban WSP, Dursban 2E, Pyrate (chlorpyrifos)	Thrips, aleurodes, cochenilles, cochenilles farineuses, cicadelles	Plantes ornementales de serre
Dyno-Mite (pyridabène)	Aleurodes, tétranyques	Plantes ornementales de serre
Endeavor (pymétroline)	Maîtrise des pucerons, maîtrise temporaire des aleurodes	Plantes ornementales de serre
Enstar II (kinoprène)	Aleurodes, pucerons	Plantes ornementales de serre
Floramite SC (bifénazate)	Tétranyque à deux points, tétranyque de Lewis	Plantes ornementales de serre
Intercept (imidaclopride)	Pucerons, aleurodes	Plantes ornementales de serre
Kelthane (dicofol)	Acariens	Plantes ornementales de serre
Malathion (malathion)	Pucerons, aleurodes, thrips, cochenilles farineuses, tétranyques	Chrysanthème, œillet, rose, géranium, muflier
Nicotine (nicotine)	Pucerons, thrips, cécidomyie du rosier, cécidomyie du chrysanthème	Plantes ornementales de serre
Orthene (acéphate)	Pucerons, thrips, aleurodes, cécidomyie du rosier, tordeuses	Rose de serre
Piriss (pyrimicarbe)	Pucerons	Plantes ornementales de serre

TABLEAU 10-1. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique de leur nom commercial (suite)

Insecticides		
Nom commercial (matière active)	Ravageurs	Cultures
Pounce (perméthrine)	Aleurodes, mineuse du chrysanthème	Plantes ornementales de serre
Savon insecticide	Pucerons, aleurodes, tétranyques, cochenilles farineuses, cochenille des Hespérides	Plantes ornementales de serre
Success 480 SC (spinosad)	Thrips des petits fruits	Plantes ornementales de serre
Thiodan 50WP, 4EC; Endosulfan 50W, Thionex EC (endosulfan)	Pucerons, aleurodes, tarsonème du fraisier	Plantes ornementales de serre
Tristar 70 WSP (acétamipride)	Pucerons, cicadelles, aleurodes	Plantes ornementales de serre
Trumpet (bendiocarbe)	Cochenilles, thrips, cochenilles farineuses, pucerons, mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Plantes ornementales de serre
Vectobac (<i>Bacillus thuringiensis</i>)	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Plantes ornementales de serre
Fongicides		
Nom commercial (matière active)	Maladies	Cultures
Aliette (fosétyl-Al)	<i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i>	Plantes ornementales de serre
Botran (diclorane)	<i>Botrytis</i>	Rose, géranium, chrysanthème
Compass 50 WG (trifloxystrobine)	<i>Rhizoctonia</i>	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Daconil 2787 (chlorthalonil)	Diverses maladies foliaires (voir l'étiquette)	Diverses espèces à bulbes, plantes à fleurs et plantes vertes (voir l'étiquette)
Decree (fenhexamide)	<i>Botrytis</i>	Plantes ornementales de serre
Folpan (folpet)	<i>Pourriture des racines due à Pythium</i>	Poinsettia
Maestro, SupraCaptan (captane)	Fonte des semis, pourritures des racines, taches foliaires (voir l'étiquette)	Rose et autres fleurs de serre
Meltatox (dodémorphacétate)	Blanc	Rose
Milstop (bicarbonate de potassium)	Blanc	Diverses plantes ornementales de serre (voir l'étiquette)
Mycostop (<i>Streptomyces griseoviridis</i>)	<i>Fusarium</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i>	Plantes ornementales de serre
No-Damp (benzoate d'oxine)	Fonte des semis	Plantules et boutures de plantes ornementales
Nova (myclobutanil)	Rouilles, blanc	Géranium, poinsettia, rose, gerbera, aster, chrysanthème
Phyton 27 (cuivre élémentaire)	Diverses maladies fongiques et bactériennes des feuilles (voir l'étiquette)	Diverses plantes, en pulvérisation foliaire, par trempage des boutures et traitement post-récolte (voir l'étiquette)
Quintozone (quintozone)	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Sclerotinia</i>	Diverses espèces ornementales et plantes à bulbe (voir l'étiquette)
Rootshield (<i>Trichoderma harzianum</i>)	Maladies des racines causées par <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> et <i>Fusarium</i>	Plantes ornementales de serre
Rovral (iprodione)	<i>Botrytis</i> , fonte des semis (<i>Rhizoctonia</i>)	Plantes ornementales
Senator (thiophanate-méthyl)	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , blanc, <i>Botrytis</i> , taches foliaires	Plantes ornementales de serre en pots
Subdue Maxx (métalaxyl)	<i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i>	Plantes ornementales de serre
Truban (étridiazole)	<i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i>	Diverses plantes à massif, plantes vertes, plantes cultivées en pots et sur couches (voir l'étiquette)
Autres pesticides		
Nom commercial (matière active)	Ravageurs	Cultures
Deadline M-Ps (métaldéhyde)	Limaces	Plantes ornementales
Slug-Em (métaldéhyde)	Limaces	Plantes ornementales
Sluggo (phosphate ferrique)	Limaces	Plantes ornementales de serre et de plein champ, plants de pépinière

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Aster	Blanc	Nova 40 W	340 g	
	Botrytis	Maestro 75 DF	1,5 kg	
		Supra Captan 80 WDG	1,25 kg	
		Rovral 50% WP	1,0 kg	Faire un essai limité avant de traiter à grande échelle
		Senator 70 WP	650-850 g	
Azalée	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	80-160 g (5-10 sachets hydrosolubles)	
		Dyno-Mite 75 W	284-425 g (10-15 sachets PVA)	
		Enstar II	250-750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Endeavor 50 WG	200 g	Maîtrise temporaire seulement
		Thiodan 4 EC	1,25-1,75 L	
		Thiodan 50 WP	1,0-1,5 kg	
		Thionex EC	1,25-1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2-8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 WP	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100-200 g	
		Thiodan 4 EC	1,25-1,75 L	
		Thiodan 50 WP	1,0-1,5 kg	
		Thionex EC	1,25-1,75 L	
		Endosulfan 50W	1,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Azalée (suite)	Pucerons (suite)	DDVP 20% EC	6 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Enstar II	250–750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	Tarsonème du fraisier	Kelthane 50 W	525–700 g	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
	Thrips	Success 480 SC	50 mL	Max. de 3 applications/ cycle cultural à 7–10 jours d'intervalles
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	Tordeuse	Confirm 240 F	1,0 L	
	<i>Cylindrocladium</i>	Phyton 27	1,25–2,75 L	
	Fonte des semis <i>Pythium, Phytophthora</i>	Subdue Maxx	5 mL/m ³	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
	<i>Rhizoctonia</i>	Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	
		Compass 50WG	38 g	
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		Maestro 75 DF	3,25–6,5 kg	Trempe des boutures
		Supra Captan 80 WDG	3,0–6,0 kg	Trempe des boutures
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Azalée (suite)	<i>Phytophthora</i>	Aliette WDG	2,8 kg	Pulvérisation foliaire
		Subdue Maxx	5 mL/m ³	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
		Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	
Bégonia (Rieger)	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	80–160 g (5–10 sachets hydrosolubles)	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets PVA)	
		Enstar II	250–750 mL	
		Endeavor 50 WG	200 mL	Maîtrise temporaire seulement
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Pounce 384 EC	260 mL	
	Cochenilles farineuses	Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Dursban WSP	224 g (2 sachets hydrosolubles)	
		Pyrate 480 EC	200 mL	
		Savon insecticide	20 L	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Bégonia (Rieger) (suite)	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
		Savon insecticide	20 L	
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
	Thrips	Success 480 SC	50 mL	Max. de 3 applications/ cycle cultural à 7–10 jours d'intervalles Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
Blanc		Phyton-27	1,25–2,5 L	
<i>Botrytis</i>		Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50% WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Bégonia (Rieger) (suite)	Pourriture des racines (boutures) <i>Pythium, Phytophthora</i>	Truban 30% WP	90–135 g	Arrosage abondant
			55–110 g	Mélange à sec avec le sol
	<i>Rhizoctonia</i>	Subdue Maxx	5 mL/m ³	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Aliette WDG	2,8 kg	Pulvérisation foliaire
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
		Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	
		Compass 50WG	38 g	
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		Quintozone	1,25 kg	Arrosage abondant
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
		Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	
		Maestro 75 DF	1,5 kg	
Calcéolaire	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	80–160 g (5–10 sachets hydrosolubles)	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets PVA)	
		Enstar II	250–750 mL	
		Endeavor 50 WG	200 g	Maîtrise temporaire seulement
		Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Calcéolaire (suite)	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	<i>Botrytis</i>	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 WP	1,0 kg	Faire un essai limité avant de traiter à grande échelle
		Senator 70 WP	650–850 g	
Chrysanthème	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	80–160 g (5–10 sachets hydrosolubles)	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets PVA)	
		Enstar II	250–750 mL	
		Endeavor 50 WG	200 g	Maîtrise temporaire seulement
		Savon insecticide	20 L	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Chrysanthème (suite)	Aleurodes (suite)	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Malathion 50% EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
		Pounce 384 EC	260 mL	
Fausse-arpen- teuse du chou		Confirm 240 F	500 mL	
		Dipel DF	312–625 g	
		Dipel WP	0,625–1,25 kg	
		Thuricide HPC	5 L	
		BioProtec CAF	1,8 L	
Mineuses		Avid 1.9% EC	600 mL	
		Citation 75 WP	188 g	Peut être utilisé à bas vo- lume, à raison de 188 g/ha
		Pounce 384 EC	260 mL	
Mouches des rivages (éphydridés)		Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)		Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
Pucerons		Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Pirliss DF	500 g	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	

TABLÉAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Chrysanthème (suite)	Pucerons (suite)	DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Malathion 50% EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
	Tarsonème du fraisier	Kelthane 50 W	525–700 g	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Malathion 50% EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
	Thrips	Success 480 SC	50 mL	Max. de 3 applications/ cycle cultural à 7–10 jours d'intervalles
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 50% EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Decis 5.0 EC	0,35–0,5 L	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Daconil 2787	2,5 L	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Chrysanthème (suite)	<i>Botrytis</i> (suite)	Maestro 75 DF	1,3–1,6 kg	
		Supra Captan 80 WDG	1,25 kg	
		Botran 75% WP	925 g	
		Rovral 50% WP	1,0 kg	
		Senator	650–850 g	
	Brûlure <i>Ascochyta</i>	Daconil 2787	2,5 L	
	Pourriture des racines <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i>	Truban 30% WP	500–750 g 55–110 g/m ³	Arrosage abondant Mélange à sec avec le sol
		Truban 25% EC	300–630 mL	
		Subdue Maxx	5 mL/m ³	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
	<i>Rhizoctonia</i>	RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
		Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	
		Compass 50WG	38 g	
		Senator	650–850 g	Arrosage abondant
		Quintozone 75 WP	1,25 kg	Arrosage abondant
		Supra Captan 80 WDG	1,5 kg 3–6 kg	Traitement du sol Trempage des boutures
		Maestro 75 DF	1,5 kg 3,25–6,5 kg	Traitement du sol Trempage des boutures
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
	Rouille	Nova 40W	340 g	
	Tache foliaire	Daconil 2787	2,5 L	
		Senator	650–850 g	
		Supra Captan 80 WDG	1,25 kg	
		Maestro 75 DF	1,3–1,6 kg	
Cinénaire	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	80–160 g (5–10 sachets hydrosolubles)	
		Enstar II	250–750 g	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets PVA)	
		Endeavor 50 WG	200 g	Maîtrise temporaire seulement
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Cinéraire (suite)	Aleurodes (suite)	DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 g	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Savon insecticide	20 L	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Cinéraire (suite)	Thrips	Success 480 SC	50 g	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Decis 5.0 EC	350–500 mL	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50% WP	1,0 kg	
		Senator	650–850 g	
	Mouches des rivages (éphéridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Savon insecticide	20 L	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Cyclamen (suite)	Tarsonème du fraisier	Kelthane 50 W	525–700 g	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L 333 mL/1 000 L	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Thrips	Success 480 SC	50 mL	
	<i>Botrytis</i>	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Phyton-27	1,25–2,5 L	
		Rovral 50% WP	1,0 kg	
		Senator	650–850 g	
	<i>Fusarium</i>	Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		Mycostop	2–10 g /100m ² (production de plantules)	
			5–10 mg/plant (plantes en pot)	
		RootShield Drench	600–900 g	Ajout au moment de la préparation du substrat
		RootShield Granules	600 g/m ³	
Exacum	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
	<i>Botrytis</i>	Decree 50 WDG	1,12 kg/ha	Faire un essai avant de traiter de nouvelles cultures
		Rovral 50% WP	1,0 kg	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Géranium	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	Maîtrise temporaire seulement
		Tristar 70 WSP	80-160 (5-10 sachets hydrosolubles)	
		Dyno-Mite 75 W	284-425 g (10-15 sachets PVA)	
		Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg	
		Enstar II	250-750 mL	
		Endeavor 50 WG	200 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Pounce 384 EC	260 mL	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
	Cochenilles farineuses	Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
Mouches des rivages (éphéridés)		Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)		Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2-8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
Pucerons		Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100-200 g	
		Enstar II	250-750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
Tétranyque à deux points		Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142-284 g (5-10 sachets PVA)	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Géranium (suite)	Tétranyque à deux points (suite)	Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
	Thrips	Success 480 SC	50 mL	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
		Decis 5.0 EC	0,35–0,5 L	
	<i>Botrytis</i>	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Phyton-27	2,5 L	
		Botran 75% WP	925 g	
		Daconil 2787	2,5 L	Sur les feuilles seulement
		Rovral 50% WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Fonte des semis <i>Rhizoctonia</i>	Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	Traitement du sol
		Maestro 75 DF	1,5 kg	Traitement du sol
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
		No-Damp	10 L	
	Pourritures des tiges et des racines <i>Pythium, Phytophthora</i>	Subdue Maxx	5 mL/m ³	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Truban 25% EC	300–600 mL	Arrosage abondant
		Aliette WDG	2,8 kg	Pulvérisation foliaire
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
		Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	
	Rouille	Nova 40 W	340 g	
		Daconil 2787	2,5 L	Sur les feuilles seulement
Gerbera	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	Les substrats à base de fibre de coco risquent de fixer Intercept, empêchant les plantes de l'assimiler
		Tristar 70 WSP	80–160 g (5–10 sachets hydrosolubles)	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets PVA)	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Gerbera (suite)	Aleurodes (suite)	Enstar II	250-750 mL	Maîtrise temporaire seulement
		Savon insecticide	20 L	
		Endeavor 50 WG	200 g	
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0-1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25-1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25-1,75 L	
		Pounce 384 EC	260 mL	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
Mineuses		Avid 1.9% EC	600 mL	Peut être utilisé à bas vo- lume, à raison de 188 g/ha
		Citation 75 WP	188 g	
Mouches des rivages (éphydridés)		Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)		Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2-8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
Pucerons		Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100-200 g	
		Enstar II	250-750 g	
		Pirliss 50 DF	500 g	
		Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0-1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25-1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Gerbera (suite)	Pucerons (suite)	Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
	Thrips	Success 480 SC	50 mL	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	Blanc	Nova 40 W	340 g	
	<i>Botrytis</i>	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 WP	1,0 kg	Faire un essai limité avant de traiter à grande échelle
		Senator 70 WP	650–850 g	
		Phyton 27	1,25–2,0 L	
	Pourritures des racines <i>Pythium, Phytophthora</i>	Subdue Maxx	5 mL/m ³	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
		Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Gloxinia	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2-8 L	Arrosage abondant
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100-200 g	
		Enstar II	250-750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Thiodan 50 WP	1,0-1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25-1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25-1,75 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75W	142-284 g (5-10 sachets PVA)	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525-700 g	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
	Thrips	Success 480 SC	50 mL	
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
Botrytis		Decree 50 WDG	1,12 kg/ha	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 WP	1,0 kg	Faire un essai limité avant de traiter à grande échelle
		Daconil 2787	2,5 L	
		Senator 70 WP	650-850 g	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Gloxinia (suite)	Pourriture des tiges et des racines <i>Pythium, Phytophthora</i>	Subdue Maxx	5 mL/m ³	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
		Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	
Gypsophile	Mineuse	Avid 1.9% EC	600 mL	
		Citation 75 WP	188 g	Peut être utilisé à bas vo- lume, à raison de 188 g/ha
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
	Thrips	Success 480 SC	50 mL	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
Hydrangée (hortensia)	Mouches des rivages (éphéridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Hydrangée (hortensia) (suite)	Pucerons (suite)	Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine fumigène.	1/300 m ³	
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
	Blanc	Milstop	5,6 kg/ha (2000 L d'eau/ha)	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50% WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
Lis de Pâques	Rouille	Daconil 2787	2,5 L	Seulement sur les feuilles
	Taches foliaires	Daconil 2787	2,5 L	Seulement sur les feuilles
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Mouches des rivages (éphéridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Lis de Pâques (suite)	Pucerons (suite)	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Dyno-Mite 75W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Thrips	Success 480 SC	50 mL	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Decis 5.0 EC	0,35–0,5 L	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	<i>Botrytis</i>	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50% WP	1,0 kg	
		Daconil 2787	2,5 L	
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Pourriture des racines <i>Pythium</i>	Truban 30% WP	500–750 g 55–110 g/m ³	Arrosage abondant Mélange à sec avec le sol
		Subdue Maxx	5 mL/m ³	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
		Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Muflier	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	Maîtrise temporaire seulement
		Tristar 70 WSP	80-160 g (5-10 sachets hydrosolubles)	
		Dyno-Mite 75 W	284-425 g (10-15 sachets PVA)	
		Enstar II	250-750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Endeavor 50 WG	200 g	
		Thiodan 50 WP	1,0-1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25-1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25-1,75 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg	
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
Mouches des rivages (éphéridés)		Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)		Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2-8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
Pucerons		Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100-200 g	
		Pirliss 50 DF	500 g	
		Enstar II	250-750 mL	
		Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		Thiodan 50 WP	1,0-1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25-1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25-1,75 L	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Muflier (suite)	Pucerons (suite)	Nicotine fumigène	1/300 m ³	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
	Tarsonème du fraisier	Kelthane 50 W	525–700 g	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
	Thrips	Success 480 SC	50 mL	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	<i>Botrytis</i>	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50% WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Pourriture des tiges <i>Pythium</i>	Truban 30% WP	500–750 g 55–110 g/m ³	Arrosage abondant Mélange à sec avec le sol
		Subdue Maxx	5 mL/m ³	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
	<i>Rhizoctonia</i>	Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	
		Quintozene 75% WP	1,25 kg	Arrosage abondant
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Céillet	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac	2-8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
Pucerons		Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydro- solubles)	
		Endeavor 50 WG	100-200 g	
		Enstar II	250-750 mL	
		Pirliss 50 DF	500 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Malathion 50% EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
		Thiodan 50 WP	1,0-1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25-1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25-1,75 L	
Tétranyque à deux points		Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142-284 g (5-10 sachets PVA)	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525-700 g	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 50% EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
Thrips		Success 480 SC	50 mL	Max. de 3 applications/ cycle cultural à 7-10 jours d'intervalles

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Œillet (suite)	Thrips (suite)	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 50% EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	<i>Botrytis</i>	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Daconil 2787	2,5 L	
		Rovral 50 WP	1,0 kg	Faire un essai limité avant de traiter à grande échelle
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Pourriture de la tige <i>Rhizoctonia</i>	Compass 50WG	38 g	
		Quintozone 75 WP	1,25 kg	Arrosage abondant
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		Supra Captan 80 WDG	3–6 kg	Trempage des boutures
		Maestro 75 DF	3,25–6,5 kg	Trempage des boutures
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
	Tache foliaire <i>Alternaria</i>	Supra Captan 80 WDG	1,25 kg	
		Maestro 75 DF	1,3–1,6 kg	
		Daconil 2787	2,5 L	
		Senator	650–850 g	
Plantes à bulbe	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Puceron du bulbe de la tulipe	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	

TABEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Plantes à bulbe (suite)	Puceron du bulbe de la tulipe (suite)	DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
	<i>Botrytis</i>	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	
		Maestro 75 DF	1,5 kg	
		Daconil 2787	2,5 L	
		Rovral 50% WP	1,0 kg	
	Pourriture du bulbe	Senator 70 WP	650–850 g	Faire un essai limité avant de traiter à grande échelle
		Quintozone 75 WP	1 kg/10 L	
		Maestro 75 DF	4–10 kg	
		Supra Captan 80 WDG	3,75–9,5 kg	
		RootShield Drench	120 g/L	
Plantes à massif	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	80–160 g (5–10 sachets hydrosolubles)	
		Enstar II	250–750 mL	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets PVA)	
		Endeavor 50 WG	200 g	Maîtrise temporaire seulement
		Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Pounce 384 EC	260 mL	
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Plantes à massif (suite)	Aleurodes (suite)	Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Pirliss 50 DF	500 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	En raison de la diversité des espèces, faire d'abord un essai limité
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Thrips	Success 480 SC	50 mL	Max. de 3 applications/ cycle cultural à 7–10 jours d'intervalles
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Plantes à massif (suite)	Thrips (suite)	DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
<i>Botrytis</i>		Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50% WP	1 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
		Daconil 2787	2,5 L	
Fonte des semis <i>Pythium, Phytophthora</i>		Truban 30% WP	90–135 g 55–110 g/m ³	Arrosage abondant Mélange à sec avec le sol
		Truban 25 EC	240–300 mL	
		Subdue Maxx	5 mL/m ³	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage) Pulvérisation foliaire Arrosage abondant
		Aliette WDG	2,8 kg 950 g	
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat Arrosage abondant ou comme traitement des semences
		Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	
<i>Rhizoctonia</i>		Compass 50WG	38 g	Arrosage abondant
		Senator 70 WP	650–850 g	
		Maestro 75 DF	1,5 kg	
		Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	Ajout au moment de la préparation du substrat
		No-Damp	10 L	
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Plantes vertes	Nota : En raison de la diversité des plantes vertes et du manque de données sur les réactions phytotoxiques des différentes variétés, n'utiliser les produits recommandés ci-dessous qu'après avoir fait un essai.			
	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	80-160 g (5-10 sachets hydrosolubles)	
		Dyno-Mite 75 W	284-425 g (10-15 sachets PVA)	
		Enstar II	250-750 g	
		Endeavor 50 WG	200 g	Maîtrise temporaire seulement
		Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		Thiodan 50 WP	1,0-1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25-1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25-1,75 L	
		Dursban WSP	448 g (4 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	1 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		Pounce 384 EC	260 mL	
	Cochenilles	Trumpet 80 W	750 g	
		Dursban WSP	1,792 kg (16 sachets hydrosolubles)	
		Dursban 2E	4 L	
		Pyrate 480 EC	2 L	
		Savon insecticide	20 L	
	Cochenilles farineuses	Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg	
		Dursban WSP	224 g (2 sachets hydrosolubles)	
		Pyrate 480 EC	200 mL	
		Savon insecticide	20 L	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Plantes vertes (suite)	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Ventobac 600 L	2-8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100-200 g	
		Enstar II	250-750 g	
		Pirliss 50 DF	500 g	
		Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0-1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25-1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25-1,75 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	Tarsonème du fraisier	Kelthane 50 W	525-700 g	
		Thiodan 50 WP	1,0-1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25-1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25-1,75 L	
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	Ne pas utiliser sur les fougères
		Dyno-Mite 75 W	142-284 g (5-10 sachets PVA)	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525-700 g	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50% WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650-850 g	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Plantes vertes (suite)	Pourriture des racines (boutures) <i>Phytophthora</i>	Truban 30% WP	500–750 g	Arrosage abondant Mélange à sec avec le sol
		Truban 25 EC	55–110 g/m ³	
		Subdue Maxx	300–630 mL	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Aliette	5 mL/m ³	
		RootShield Drench	2,8 kg	Pulvérisation foliaire
		RootShield Granules	600–900 g	
	<i>Rhizoctonia</i>	RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
		Biofongicide Mycostop	600 g/m ³	
		Bien lire l'étiquette	Bien lire l'étiquette	
		Compass 50 WG	38 g	
		Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	Traitement du sol
		Maestro 75 DF	1,5 kg	Traitement du sol
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
	Taches et brûlures foliaires	Daconil 2787	2,5 L	
		Senator 70 WP	650–850 g	
Poinsettia	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	80–160 g (5–10 sachets hydrosolubles)	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets PVA)	Éviter de traiter après la coloration des bractées sous peine de dégâts
		Enstar II	250–750 mL	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	Maîtrise temporaire seulement
		Endeavor	200 g	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Pounce 384	260 mL	
	Cochenilles des Hespérides	Trumpet 80 W	750 g	
		Savon insecticide	20 L	
	Cochenilles farineuses	Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Poinsettia (suite)	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Vectobac 600 L	2-8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Tétranyque à deux points	Floramite SC	133 mL/400 mL (333 mL/1 000 L)	Aussi homologué contre le tétranyque de Lewis
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142-284 g (5-10 sachets PVA)	Éviter de traiter après la coloration des bractées sous peine de dégâts
		Kelthane 50 W	525-700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
	Blanc	Nova 40 W	280 g	
		Milstop	5,6 kg/ha (2000 L d'eau/ha)	
		Phyton-27	1,25 L	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50% WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650-850 g	
		Phyton-27	1,5 L	
Erwinia		Phyton-27	1,25-2,5 L	Trempe des boutures
Fonte des semis / pourriture des tiges Pythium		Subdue Maxx	5 mL/m ³	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Truban 30 WP	500-750 g 55-110 g/m ³	Arrosage abondant
		RootShield Drench	600-900 g	Mélange à sec avec le sol
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
Rhizoctonia		Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	
		Compass 50 WG	38 g	
		Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	Traitement du sol
		Maestro 75 DF	1,5 kg	Traitement du sol
		Senator 70 WP	650-850 g	Arrosage abondant
		Quintozene 75% WP	1,25 kg	Arrosage abondant
		RootShield Drench	600-900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
		Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Poinsettia (suite)	Pourriture des racines et des tiges <i>Pythium, Phytophthora</i>	Subdue Maxx	5 mL/m ³	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Truban 30 WP	500–750 g 55–110 g/m ³	Arrosage abondant Mélange à sec avec le sol
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
	<i>Rhizoctonia</i>	Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	
		Folpan 50 WP	2,0–2,25 kg	
		Compass 50 WG	38 g	
		Quintozone 75% WP	1,25 kg	Arrosage abondant
		Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	Traitement du sol
		Maestro 75 DF	1,5 kg	Traitement du sol
		Senator 70 WP	650–850 g	
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
Rosier	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	Les substrats à base de fibre de coco risquent de fixer Intercept, empêchant les plantes de l'assimiler
		Tristar 70 WSP	80-160 g (5-10 sachets hydrosolubles)	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets PVA)	
		Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Enstar II	250–750 mL	
		Endeavor 50 WG	200 g	Maîtrise temporaire seulement
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Orthene 75% SP	850 g	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Malathion 50 EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Pounce 384 EC	260 mL	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
	Cécidomyies	Orthene 75% SP	850 g	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	Cochenilles	Trumpet 80 W	750 g	
		Savon insecticide	20 L	

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Rosier (suite)	Mouches des rivages (éphéridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18-150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2-8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
Pucerons		Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100-200 g	
		Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg	
		Pirliss 50 DF	500 g	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Thiodan 50 WP	1,0-1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25-1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25-1,75 L	
		Enstar II	250-750 mL	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
		Orthene 75% SP	850 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 50 EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
Tétranyque à deux points		Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75W	142-284 g (5-10 sachets PVA)	
		Kelthane 50 W	525-700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Malathion 50 EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5-5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m ³	
Thrips		Success 480 SC	50 mL	
		Trumpet 80 W	0,75-1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Rosier (suite)	Thrips (suite)	Orthene 75 SP	850 g	
		Malathion 50 EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Nicotine fumigène	1/300 m ³	
	Tordeuse	Dipel DF	625 g	
		Dipel WP	1,25 kg	
		Thuricide HPC	5 L	
		BioProtec CAF	1,8 L	
		Confirm 240 F	1 L	
		Orthene 75% SP	850 g	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100m ³	
	Blanc	Nova 40 W	340 g	
		Meltatox 40% EC	2,5 L	
		Phyton-27	1,25–2,5 L	
	<i>Botrytis</i>	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 WP	1,0 kg	
		Daconil 2787	2,5 L	
		Senator 70 WP	650–850 g	
		Phyton-27	1,25–2,5 L 0,8–1,0 mL/L	Pulvérisation foliaire Tremper le bouton dans la solution pendant 4 secondes peu après la cueillette
		Botran 75 W	925 g	
	Tache noire	Daconil 2787	2,5 L	
		Supra Captan 80 WDG	1,25–1,5 kg	
		Maestro 75 DF	1,3–1,6 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
Violette africaine (Saintpaulia)	Cochenilles farineuses	DDVP fumigène	1/300 m ³	
		Trumpet 80 WP	0,75–1,0 kg	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 WP	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Violette africaine (<i>Saintpaulia</i>) (suite)	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Tristar 70 WSP	48 g (3 sachets hydrosolubles)	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
		DDVP 20% EC	6 L	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
Tarsonème du fraisier		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
Tétranyque à deux points		Floramite SC	133 mL/400 L (333 mL/1 000 L)	
		Avid 1.9% EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets PVA)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP fumigène	1/300 m ³	
Thrips		Success 480 SC	50 mL	Max. de 3 applications/ cycle cultural à 7–10 jours d'intervalles
Botrytis		Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50% WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
Pourriture de la tige <i>Rhizoctonia</i>		Quintozone	1,25 kg	Arrosage abondant
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat

TABLEAU 10-2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Violette africaine (<i>Saintpaulia</i>) (suite)	Pourriture du collet <i>Pythium, Phytophthora</i>	Subdue Maxx	5 mL/m ³	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Truban 25 EC	300–630 mL	
		RootShield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m ³	Ajout au moment de la préparation du substrat
		Biofongicide Mycostop	Bien lire l'étiquette	

11. Phytoprotection des espèces herbacées d'ornement cultivées à l'extérieur

Lutte intégrée (LI) dans les cultures extérieures de plantes d'ornement (fleurs coupées de pleine terre, plantes vivaces et plantes en pot)

La LI dans les cultures extérieures de fleurs et de plantes d'ornement fait appel aux mêmes principes que la LI dans les cultures en serre. Elle comporte toutefois des différences.

Le dépistage demeure la pierre angulaire de tout programme de LI, mais, à l'extérieur, le recours aux plaquettes collantes jaunes perd de son efficacité pour surveiller les populations d'insectes, à cause de la poussière et des débris soulevés par le vent qui viennent s'y accumuler. L'inspection régulière des cultures devient donc indispensable pour détecter précocement tout début de problème. Comme chez les espèces cultivées en serre, la sensibilité aux maladies et aux insectes varie considérablement selon les espèces et les cultivars. Une fois ces différences connues, on peut faire des inspections beaucoup plus efficaces en ciblant les cultures chez lesquelles le risque d'attaque par des ravageurs ou des maladies est le plus élevé.

En production de plein air, on est impuissant devant les conditions météorologiques. Or, le risque de voir apparaître des foyers de maladies croît lorsqu'un temps humide et frais persiste. Des infestations d'insectes nuisibles peuvent se déclarer soudainement, de façon imprévue, si des vents forts apportent dans la culture des insectes venus d'ailleurs. Cela étant dit, jamais les ravageurs ne trouveront en plein air des conditions aussi parfaites pour leur développement que dans une serre. La variabilité des

conditions météorologiques, par exemple la pluie et des nuits fraîches ou froides, peut ralentir leur développement, ce qui n'arrive pas dans une serre.

Les options offertes par la lutte biologique dans l'espace clos d'une serre ne sont pas toujours applicables aux cultures extérieures. Par exemple, dehors, rien n'oblige les insectes volants tels que les guêpes parasites à limiter leur activité à la culture dans laquelle ils sont lâchés. Il est possible que les acariens prédateurs (qui ne volent pas) soient d'une certaine utilité, mais jusqu'ici peu d'expériences ont été menées à leur sujet.

L'emploi de pesticides en plein air suppose également des raisonnements différents. Les produits homologués pour usage sur les plantes d'ornement en serre ne sont pas forcément homologués sur ces mêmes espèces quand elles sont cultivées en plein air. Pour plus d'information, voir le tableau 11-1, *Insecticides/acaricides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada*, le tableau 11-2 (p. 156), *Fongicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada*, et le tableau 11-3 (p. 157), *Autres pesticides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada*. Il faut se préoccuper de la dérive possible des embruns de pesticides vers des zones non ciblées, tenir compte de la proximité des cours d'eau et étangs, et éviter d'intoxiquer des organismes non ciblés, comme les abeilles mellifères. Sans compter que les herbicides jouent un rôle beaucoup plus important dans les cultures produites à l'extérieur. Voir la rubrique *Lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures florales de pleine terre*, p. 157.

TABLEAU 11-1. Insecticides/acaricides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Insecticides	Ravageurs	Cultures
Apollo (clofentézine)	Tétranyques à deux points	Matériel de pépinière d'espèces à feuilles caduques d'extérieur
Cygon 480, Lagon 480 (diméthoate)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Diazinon 500 E, Diazol 50 W, Diazol 50 EC, Diazinon 50 W, Diazinon 500 EC (diazinon)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement (voir l'étiquette)

TABEAU 11-1. Insecticides/acaricides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada (suite)

Insecticides	Ravageurs	Cultures
Dibrom (naled)	Pucerons, cicadelles, tétranyques, autres parasites mentionnés sur l'étiquette	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Dipel (<i>Bacillus thuringiensis kurstaki</i>)	Chenilles	Plantes d'ornement ligneuses
Dursban WSP, Dursban 2E, Pyrate 480 EC (chlorpyrifos)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur
Dyno-Mite (pyridabène)	Divers acarions nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur
Imidan 50 WP (phosmet)	Arpenteuse de l'orme, spongieuse, scarabée japonais	Plantes herbacées d'extérieur (voir l'étiquette)
Savon insecticide	Divers insectes et acarions nuisibles (voir l'étiquette)	Fleurs et plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Kelthane 50 W (dicofol)	Mites	Plantes d'ornement d'extérieur
Malathion 50 EC, Malathion 25 W, Malathion 50 E (malathion)	Divers insectes et acarions nuisibles (voir l'étiquette)	Fleurs et plantes d'ornement d'extérieur
Orthene (acéphate)	Pucerons, chenilles, punaises réticulées, cicadelles, psylles, cécidomyies du rosier, thrips, aleurodes, cochenilles farineuses, cochenilles, tétranyques	Fleurs et plantes d'ornement d'extérieur, arbustes, arbres, rosiers
Pirliss 50 DF (pyrimicarbe)	Pucerons	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Sevin (carbaryl)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Success 480 SC (spinosad)	Thrips et autres insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur
Thiodan 50 WP, Thiodan 4 EC, Endosulfan 50 W, Endosulfan 400 E, Thionex EC (endosulfan)	Divers insectes et acarions nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur
Tristar 70 WSP (acétamipride)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes ornementales et à fleurs

TABEAU 11-2. Fongicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Fongicides	Maladies	Cultures
Botran 75 W (dichloran)	<i>Botrytis</i>	Rosiers, hydrangées (d'extérieur)
Compass 50 WG (trifloxystrobine)	Blanc, tavelure, <i>Rhizoctonia</i>	Diverses plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Daconil 2787 (chlorthalonil)	Diverses maladies (voir l'étiquette)	Diverses cultures d'ornement (voir l'étiquette)
Decree 50 WDG (fenhexamide)	<i>Botrytis</i>	Plantes d'ornement d'extérieur
Dithane DG (mancozèbe)	Diverses maladies foliaires (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement ligneuses (voir l'étiquette)
Nova 40 W (myclobutanil)	Rouille, blanc, taches foliaires (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Folpan 50 WP (folpet)	Diverses maladies foliaires et pourritures des racines et des tiges (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Funginex 190 EC (triforine)	Tache noire du rosier, blanc	Plantes d'ornement d'extérieur
Heritage (azoxystrobine)	Rouille de l'hémérocalle	Hémérocailles
Maestro 75 DF, Captan 80 W, Captan 50 W (captane)	Maladies foliaires, fonte des semis, pourriture des bulbes (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)

TABEAU 11-2. Fongicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada (suite)

Fongicides	Maladies	Cultures
Rovral (iprodione)	<i>Botrytis, Rhizoctonia</i>	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Senator 70 WP (thiophanate-méthyl)	Tache noire du rosier, blanc	Plantes d'ornement d'extérieur
Subdue Maxx (métalaxyl)	<i>Pythium, Phytophthora</i>	Plantes d'ornement d'extérieur
Zineb 80 W (zinèbe)	Tache septorienne du chrysanthème, rouille du mufler	Chrysanthème, mufler

TABEAU 11-3. Autres pesticides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Pesticides	Ravageurs	Cultures
Deadline M-Ps (métaldéhyde)	Limaces	Plantes d'ornement
SlugEm (métaldéhyde)	Limaces	Plants de pépinière
Sluggo (phosphate ferrique)	Limaces	Plantes d'ornement d'extérieur, plants de pépinière

L'autre différence de taille par rapport à la culture en serre réside dans l'obligation de lutter contre les mauvaises herbes.

Lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures florales d'extérieur

Le succès d'un programme de lutte contre les mauvaises herbes passe par l'intégration des pratiques de lutte culturale et des pratiques de lutte chimique. Il est impossible de compter uniquement sur le désherbage chimique quand on cultive des fleurs en champ, à cause de la gamme restreinte des herbicides qui sont homologués pour ce type de cultures. On peut mettre en œuvre plusieurs moyens pour se prémunir contre les mauvaises herbes :

- Choisir un terrain aussi propre que possible au départ :
 - Choisir des champs où la pression exercée par les mauvaises herbes est faible. Les mauvaises herbes tenaces telles que des annuelles comme l'amarante, l'herbe à poux et le chénopode, ainsi que les vivaces compliquent les programmes de lutte contre les mauvaises herbes. Mettre en place un plan sur cinq ans pour réduire la densité des mauvaises herbes dans les plantations à venir.
 - Pratiquer une rotation avec des cultures « nettoyantes » qui réduisent les populations d'adventices. Par exemple, un blé d'automne semé l'année précédant la culture des fleurs rompt le cycle

biologique des mauvaises herbes annuelles et permet d'employer des phytohormones (comme le 2,4-D) pour tuer les dicotylédones (mauvaises herbes à feuilles larges).

- Cultiver des espèces, comme le maïs, sur lesquelles de nombreux herbicides différents peuvent être utilisés, pour réduire le degré d'infestation avant de cultiver les fleurs. Éviter les herbicides persistants qui peuvent compromettre le développement des cultures florales à venir.
- Préparer le terrain :
 - Identifier les mauvaises herbes. Repérer les adventices qui posent souvent problème dans les cultures florales d'extérieur : les espèces vivaces comme le chiendent, le liseron, la vesce, la vigne sauvage, la morelle vivace, le chardon, le lierre terrestre, l'épilobe et la bardane; les espèces bisannuelles comme le pissenlit, la carotte sauvage et l'armoise. Les mauvaises herbes annuelles d'hiver comme les laitrons, les vergerettes, les moutardes, les lépidies, la bourse-à-pasteur et la sagesse-des-chirurgiens peuvent également causer des problèmes parce qu'elles s'établissent en l'automne.
 - Éradiquer les mauvaises herbes vivaces et bisannuelles. Il est important d'identifier ces adventices tenaces et de les éliminer durant l'année qui précède la culture des fleurs, parce qu'elles sont très difficiles à combattre une fois le champ en culture. Appli-

quer des herbicides systémiques comme le glyphosate (p. ex. Roundup) contre les mauvaises herbes bisannuelles durant l'année précédente. Utiliser la dose d'herbicide recommandée pour tuer chaque espèce (soulignons que les doses recommandées sur l'étiquette sont plus élevées pour combattre des mauvaises herbes vivaces) et l'appliquer quand celle-ci est au stade de croissance où elle est le plus sensible. Des sarclages successifs sont également efficaces contre certaines plantes adventices vivaces comme le liseron; par contre, il faut éviter que les sarcleuses entraînent les mauvaises herbes vers des zones propres du champ. Pour appliquer du glyphosate, utiliser un pulvérisateur réservé à cet usage pour réduire le risque d'endommager les cultures.

- **Semer un engrais vert.** La culture d'une plante couvre-sol, telle que céréale, ray-grass vivace, millet à chandelle et hybride sorgho-soudan, l'année précédant la culture des fleurs, a pour avantage d'étouffer les mauvaises herbes et d'améliorer la structure du sol. Pour désherber une culture d'engrais vert, les traitements herbicides doivent se faire à des moments clés : avant le semis (herbicides non sélectifs, p. ex. glyphosate ou Gramoxone); peu après l'établissement (herbicides peu persistants, p. ex. le 2,4-D, le bromoxynil, le dicamba); avant l'enfouissement. Éviter d'utiliser des herbicides qui laissent dans le sol des résidus qui agiront encore la saison de végétation suivante (p. ex. Atrazine, simazine, Karmex).
- Éviter les mauvaises herbes durant les années de culture :
 - **Pratiquer la technique du lit de semence rassis.** Cette technique est utile pour les cultures semées ou plantées tard au printemps. Sarcler le champ le plus tôt possible (avril ou début mai) pour stimuler la germination des mauvaises herbes. Juste avant le semis ou la plantation, tuer les mauvaises herbes levées au moyen d'un herbicide (p. ex. glyphosate, Gramoxone), du flambage ou d'un traitement à la vapeur. Semer ou planter directement sans travailler le sol pour éviter de ramener à la surface de nouvelles graines de mauvaises herbes. Dans une culture semée, on peut faire au besoin un deuxième traitement herbicide (en prenant toutes les précautions nécessaires) juste avant qu'elle ne lève. Une plaque de verre déposée sur un sol fraîchement travaillé encourage la germination des mauvaises herbes et indique le moment où le second traitement herbi-

cide peut être fait sans danger avant la levée de la culture.

- **Entretien du sol entre les rangs de culture.** Les intervalles entre les rangs de culture peuvent être désherbés par des sarclages, mais cela appauvrit le sol en matière organique. Au lieu de sarcler, on peut semer du gazon dans les interlignes pour empêcher les mauvaises herbes de s'y installer. Choisir un mélange de graminées peu exigeantes et tolérant la sécheresse, comme la fétuque rouge traçante ou le ray-grass vivace. Des tontes périodiques effectuées à temps peuvent empêcher les graminées de disséminer leurs graines dans la culture. L'engazonnement des entre-rangs oblige à faire davantage d'arrosages et/ou à augmenter la fertilisation azotée.
- **Lutter contre les graines de mauvaises herbes.** Détruire les mauvaises herbes dans les bordures de champ et dans les zones voisines avant qu'elles ne montent à graines. Éliminer autant que possible les échappées de traitements qui poussent dans les cultures, par sarclage ou par brûlage chimique, avant qu'elles ne fleurissent. Des tontes régulières empêcheront les mauvaises herbes de fleurir. Prêter attention aux mauvaises herbes ramifiées à la base qui peuvent produire des fleurs assez basses pour échapper aux lames de la tondeuse.
- Utiliser plusieurs outils de désherbage :
 - **Sarclage.** En règle générale, le sarclage le plus efficace est celui qui est pratiqué quand les mauvaises herbes sont jeunes et que le sol se ressuie. Selon les mauvaises herbes à détruire, différents outils de sarclage sont efficaces à des moments différents. Les houes rotatives, les cultivateurs à dents rigides, les cages roulantes, les pulvérisateurs rotatifs, les herses-étrilles et les cultivateurs à organes réglables passant entre les plants peuvent être efficaces dans les cultures florales. On peut obtenir un désherbage rapide et efficace en faisant de fréquents binages à la main quand les mauvaises herbes sont très jeunes.
 - **Buttage.** Le buttage régulier de certaines cultures en ligne comme le glaïeul est doublement utile parce qu'il soutient la base des plantes et détruit les mauvaises herbes. Il existe du matériel qui permet de ramener le sol vers les plants lors d'un passage et de l'en écarter au passage suivant si l'on ne veut pas de la butte.

- **Fauchage.** Les petites tondeuses se manient facilement autour de nombreuses plantes pour raser la végétation indésirable. Le fauchage peut être très efficace pour prévenir la floraison et la fructification des mauvaises herbes. Par contre, il n'élimine pas la concurrence que leurs racines exercent à l'égard de l'eau. Une houe ou « fouet » à lame à deux tranchants ou un coupe-bordure à fil peut être très utile pour exécuter un fauchage sélectif. Il faut parfois débarrasser les lieux des inflorescences pour éviter la dissémination des graines après le fauchage.
- **Brûlage à flamme directe.** Les brûleurs au propane qui produisent une flamme intense peuvent tuer très efficacement les mauvaises herbes. Étant donné que la vitesse d'avancement de ces appareils doit être de 5-10 km/heure pour éviter d'endommager la culture, il est nécessaire de planter la culture en lignes droites et d'aménager de larges zones pour les virages. Il existe aussi des brûleurs manuels; leur utilisation nécessite quand même un mouvement rapide de la flamme.
- **Paillis.** Une couche épaisse de paillis peut empêcher la germination des mauvaises herbes et aide à conserver l'humidité du sol. Étaler sur le sol un paillis exempt de mauvaises herbes après la mise en culture, mais avant la levée des mauvaises herbes. Pour cultiver des plantes florales de courte durée, poser sur le sol un film plastique et utiliser une planteuse qui installe les semences ou les plants à travers le plastique. Le plastique de couleur sombre est le plus efficace contre les mauvaises herbes, mais les autres couleurs peuvent être utiles pour d'autres usages. L'utilisation de plastique biodégradable dispense de la corvée du ramassage après la récolte. Le paillis organique, comme la paille ou les copeaux de bois fins, est également bon, mais à cause de la décomposition de ce matériau, il faut veiller à fournir assez d'azote aux plantes. À la fin de l'automne, ne pas étendre ce paillis trop près du pied des plants pour décourager l'activité des rongeurs pendant l'hiver. Les bâches à plat de pépinière peuvent être particulièrement utiles contre les mauvaises herbes quand on cultive des plants en pot à l'extérieur et pour les espèces florales vivaces qui poussent en touffes, parce que ce matériau est résistant, permet le drainage et n'est pas aussi glissant que le plastique. Les bâches à plat gardent le terrain exempt de mauvaises herbes, elles sont durables et faciles d'entretien. Comme les mauvaises herbes s'installent au bord de tous les paillis, un désherbage régulier sera nécessaire à ces endroits.
- **Herbicides.** Comme son nom l'indique, le tableau 11-4 (p. 160), *Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada*, énumère les herbicides qui ont été homologués au Canada pour les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur. Choisir un herbicide homologué qui est considéré sans risque pour une culture donnée et l'appliquer conformément au mode d'emploi qui figure sur l'étiquette. Utiliser un pulvérisateur qui ne sert qu'à l'application des herbicides. Bien le marquer. Prendre soin de le nettoyer soigneusement après chaque utilisation avec un nettoyeur de cuve spécialement conçu comme Agral 90. Les pulvérisateurs équipés de caches ou d'écrans protecteurs peuvent empêcher les herbicides d'atteindre les plantes cultivées; d'autres techniques visant à réduire la dérive des gouttelettes, comme les buses à admission d'air, peuvent aussi être utiles. Il existe aussi des appareils de type applicateur (manuels ou montés sur le tracteur ou un véhicule tout terrain) qui déposent directement l'herbicide concentré sur les adventices à éliminer. Des applicateurs sélectifs au goutte-à-goutte sont aussi offerts sur le marché pour les applications très ciblées qui se font à proximité de fleurs. Les traitements localisés peuvent être très efficaces quand il s'agit de traiter des zones restreintes nouvellement envahies. Pour un maximum de résultats avec le glyphosate, attendre jusqu'au stade de la floraison des adventices vivaces comme le chardon ou l'asclépiade. S'assurer de l'absence de fuites avant de commencer l'application, afin d'éviter que de la bouillie herbicide ne tombe sur la culture.

Remarque : Il est important d'alterner les groupes chimiques des herbicides utilisés (voir les groupes d'herbicides au tableau 11-4, p. 160), pour réduire autant que possible l'accumulation de graines d'adventices échappant aux traitements, notamment les espèces qui tolèrent les triazines. Ne pas utiliser année après année des herbicides appartenant au même groupe; utiliser plutôt en alternance des produits appartenant à des groupes différents. L'alternance contribue aussi à éviter l'accumulation dans le sol de résidus chimiques susceptibles de nuire aux cultures suivantes pendant quelques années et même de rendre impossible la culture de certaines espèces.

TABLEAU 11-4. Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Herbicides	Mauvaises herbes	Cultures	Groupe d'herbicides	Remarques
Basamid Granular (fumigant) (dazomet)	PRÉ Contre les mauvaises herbes en germination	Fleurs et plantes d'ornement d'extérieur	27	<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes • Ne pas appliquer à moins de 6 °C • Travailler le sol 5-7 jours après le traitement
Bonanza 400 (trifluraline) Treflan EC Rival 500 EC	PPI Contre les graminées et les dicotylédones annuelles (voir l'étiquette)	Plantes vivaces et plantes d'ornement ligneuses (voir l'étiquette)	3	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporer dans la couche superficielle du sol, par deux passages perpendiculaires, dans les 24 heures qui suivent le traitement • Repiquer les plants en plaçant les racines bien au-dessous de la zone traitée
Dacthal W75 (chlorthal-diméthyl)	PRÉ Contre diverses espèces dont chénopode, digitale, éragrostis, mollugine verticillée, panic capillaire, véronique, sétaire, stellaire moyenne (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)	3	<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes • Irriguer ou incorporer superficiellement dans les 3-5 jours s'il ne pleut pas
Devrinol 50 DF Devrinol 2 G Devrinol 10 G (napropamide)	PRÉ Mauvaises herbes (voir l'étiquette)	Fleurs et plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)	15	<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes • Il faut 1 cm de pluie ou d'irrigation dans les 7 jours qui suivent le traitement (au printemps ou en automne) ou dans les 2 jours qui suivent (en été) pour éviter que le produit soit dégradé par les rayons du soleil • Très sûr pour les plants
Kerb 50 WSP (propyzamide)	PRÉ Chiendent, graminées annuelles, stellaire moyenne (voir l'étiquette)	Iris, pivoine, plantes couvre-sol (voir l'étiquette)	15	<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes • Agit le mieux dans un sol frais et humide
Roundup (glyphosate)	POST (après la levée des mauvaises herbes) Agit contre un large spectre de mauvaises herbes (voir l'étiquette)	Avant la plantation ou le semis de toutes les cultures	9	<ul style="list-style-type: none"> • Action systémique; éviter de toucher aux plants à garder • Appliquer sur des plantes en croissance active aux stades où elles sont sensibles
Princep Nine-T (simazine) Simadex, Simazine 480	PRÉ Différentes dicotylédones et graminées annuelles	Plantes d'ornement ligneuses et plants de pépinière (voir l'étiquette)	5	<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes • Des traitements consécutifs peuvent laisser dans le sol des résidus qui endommageraient les cultures suivantes • Appliquer la dose inférieure dans les sols pauvres en matière organique
Venture L (fluazifop)	POST Graminées adventices (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)	1	<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer sur des graminées en croissance active • Appliquer sur les graminées en pleine croissance • Faire un essai sur quelques plantes pour vérifier leur tolérance

PPI – en préplantation avec incorporation; PRÉ – en prélevée; POST – en postlevée (après la levée des mauvaises herbes)

12. Annexes

ANNEXE A. Conseillers en floriculture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO)

Wayne Brown

Spécialiste en floriculture de serre, MAAARO
Vineland, Département de phytotechnie
UNIVERSITÉ DE GUELPH
Tél. : 905-562-4141, poste 179
Télec. : 905-562-3413
Courriel : wayne.brown@omafra.gov.on.ca

Graeme Murphy

Spécialiste de la LI – Floriculture de serre, MAAARO
Vineland, Département de phytotechnie
UNIVERSITÉ DE GUELPH
Tél. : 905-562-4141, poste 106
Télec. : 905-562-3413
Courriel : graeme.murphy@omafra.gov.on.ca

La liste complète des conseillers et spécialistes du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario se trouve sur le site Web du ministère à l'adresse www.omafra.gov.on.ca/crops.

Centre d'information agricole

Guichet unique offrant à la grandeur de la province, au moyen d'un numéro sans frais, de l'information technique et commerciale aux entreprises agricoles, agroalimentaires et rurales.

1, chemin Stone Ouest
Guelph (Ontario) N1G 4Y2
Tél. : 519-826-4047
Sans frais : 1-877-424-1300
Télec. : 519-826-7610
Courriel : ag.info@omafra.gov.on.ca

Guelph — ServiceOntario

1, chemin Stone Ouest
Guelph (Ontario) N1G 4Y2
Tél. : 519-826-3100 (répertoire du personnel)
Sans frais : 1-888-466-2372

ANNEXE B. Bureaux de contrôle des pesticides — Ministère de l'Environnement de l'Ontario

RÉGION Comté	Adresse	Téléphone / Télécopieur
Centre Toronto, Halton, Peel, York, Durham	5775, rue Yonge, 8 ^e étage Toronto (Ontario) M2M 4J1	Tél. : 416-326-3671 Sans frais : 1-800-810-8048 Télec. : 416-325-6345
Centre-Ouest Haldimand-Norfolk, Niagara, Hamilton-Wentworth, Dufferin, Wellington, Waterloo, Brant	Édifice du gouvernement de l'Ontario 119, rue King Ouest, 12 ^e étage Hamilton (Ontario) L8P 4Y7	Tél. : 905-521-7667 Télec. : 905-521-7820
Est Frontenac, Hastings, Lennox et Addington, Prince Edward, Leeds et Grenville, Prescott et Russell, Stormont/Dundas et Glengarry, Haliburton, Peterborough, Victoria, Northumberland, Renfrew, Ottawa-Carleton, Lanark, District du Nipissing (Cantons d'Airy, de Murchison, de Dickens, de Lyell et de Sabine)	133, avenue Dalton C.P. 820 Kingston (Ontario) K7L 4X6	Tél. : 613-549-5047 Sans frais : 1-800-267-0974 Télec. : 613-548-6908
Sud-Ouest Elgin, Middlesex, Oxford, Essex, Kent, Lambton, Bruce, Grey, Huron, Perth, Simcoe	733, chemin Exeter London (Ontario) N6E 1L3	Tél. : 519-873-5041 Tél. : 519-873-5048 Télec. : 519-873-5020
Nord-Est Manitoulin, Nipissing, Parry Sound, Sudbury, Algoma-Est, Cochrane-Est, Muskoka	199, rue Larch, bureau 1101 Sudbury (Ontario) P3E 5P9	Tél. : 705-564-3237 Télec. : 705-564-4180
Nord-Ouest Kenora, Rainy River, Thunder Bay, Algoma-Ouest, Cochrane-Ouest, Timmins	435, rue James S., bureau 331 Thunder Bay (Ontario) P7E 6S7	Tél. : 807-475-1205 Télec. : 807-475-1745
Direction de l'élaboration des normes	Section des pesticides 40, av. St. Clair Ouest, 7 ^e étage Toronto (Ontario) M4V 1M2	Tél. : 416-327-5519 Télec. : 416-327-2936
Autorisation des pesticides	Unité des permis - pesticides 2, av. St. Clair Ouest, étage 12A Toronto (Ontario) M4V 1L5	Tél. : 416-314-8001 Télec. : 416-314-8452

ANNEXE C. Laboratoires de l'Ontario accrédités pour les analyses de sol et capables d'effectuer des analyses de tissus

Les laboratoires ci-après sont accrédités pour effectuer des analyses de substrats et de solutions nutritives employés dans les serres. Appeler le laboratoire pour connaître la liste des analyses dont il se charge.

Société	Adresse		Personnes-ressources
Agri-Food Laboratories 503, chemin Imperial, pav. 1 Guelph (Ontario) N1H 6T9	Tél. : 519-837-1600 Sans frais : 1-800-265-7175 Téléc. : 519-837-1242	Site Web : www.agtest.com Courriel : lab@agtest.com	Dale Cowan Nora Wilson
Stratford Agri Analysis Inc. (une entreprise Daco Laboratories Ltd.) 1131, rue Erie, C.P. 760 Stratford (Ontario) N5A 6W1	Tél. : 519-273-4411 Sans frais : 1-800-323-9089 Téléc. : 519-273-4411	Courriel : saa@dacolabs.com	Dale Peters Keith Lemp

Il n'existe en Ontario aucun programme officiel d'accréditation visant les analyses de tissus végétaux, mais tous les laboratoires accrédités qui effectuent ce type d'analyses font l'objet d'un contrôle de leur compétence en la matière.

ANNEXE D. Autres ressources

CENTRES DE RECHERCHES D'AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE CANADA

Centre de recherches de l'Est sur les céréales et les oléagineux

960, avenue Carling
Ottawa (Ontario) K1A 0C6
Tél. : 613-759-1952
Site Web : http://res2.agr.ca/ecorc/index_f.htm

Centre des cultures abritées et industrielles

2585, route de comté 20
Harrow (Ontario) N0R 1G0
Tél. : 519-738-2251
Site Web : <http://res2.agr.ca/harrow/>

Centre de recherches du Sud sur la phytoprotection et les aliments

Site Web : <http://res2.agr.gc.ca/london/index.htm>
1391, rue Sandford
London (Ontario) N5V 4T3
Tél. : 519-457-1470

Ferme de recherches de Vineland

4902, avenue Victoria Nord
Vineland (Ontario) L0R 2E0
Tél. : 905-562-4113

Ferme de recherches de Delhi

C.P. 186, chemin Schafer
Delhi (Ontario) N4B 2W9
Tél. : 519-582-1950

BUREAUX RÉGIONAUX (PHYTOPROTECTION) DE L'AGENCE CANADIENNE D'INSPECTION DES ALIMENTS

www.inspection.gc.ca/francais/tocf.shtml

Belleville

345, rue College Est
Belleville (Ontario) K8N 5S7
Tél. : 613-969-3332

Brantford

Édifice fédéral
58, rue Dalhousie, C.P. 637
Brantford (Ontario) N3T 5P9
Tél. : 519-753-3478

Hamilton

709, rue Main Ouest, bur. 101
Hamilton (Ontario) L8S 1A2
Tél. : 905-570-8265

London

457, rue Richmond, bur. 404
London (Ontario) N6A 3E3
Tél. : 519-645-4021
Téléc. : 519-691-1315

Niagara Falls

RR n° 1, C.P. 7
Niagara Falls (Ontario) L0S 1J0
Tél. : 905-357-5981

District d'Ottawa

38, promenade Auriga, pav. 8
Ottawa (Ontario) K2E 8A5
Tél. : 613-274-7374, poste 221

Toronto

1124, av. Finch Ouest, bur. 2
Downsview (Ontario) M3J 2E2
Tél. : 416-665-5055
Téléc. : 416-665-5069

UNIVERSITÉ DE GUELPH

Campus principal

Guelph (Ontario) N1G 2W1
Tél. : 519-824-4120
Site Web : www.uoguelph.ca

Campus d'Alfred

Alfred (Ontario) K0B 1A0
Tél. : 613-679-2218
Téléc. : 613-679-2423
Site Web : www.alfredc.uoguelph.ca

Campus de Kemptville

Kemptville (Ontario) K0G 1J0
Tél. : 613-258-8336
Téléc. : 613-258-8384
Site Web : www.kemptvillec.uoguelph.ca

Campus de Ridgetown

Ridgetown (Ontario) N0P 2C0
Tél. : 519-674-1500
Site Web : www.ridgetownc.on.ca

Département de phytotechnie

Site Web : www.plant.uoguelph.ca

Département de phytotechnie, Guelph

50, chemin Stone Ouest
Guelph (Ontario) N1G 2W1
Tél. : 519-824-4120, poste 53391
Téléc. : 519-763-8933

Département de phytotechnie, Simcoe

1283, chemin Blueline, C.P. 587
Simcoe (Ontario) N3Y 4N5
Tél. : 519-426-7127
Téléc. : 519-426-1225

Département de phytotechnie, Vineland

C.P. 7000, 4890, avenue Victoria Nord
Vineland Station (Ontario) L0R 2E0
Tél. : 905-562-4141
Téléc. : 905-562-3413

Division des services de laboratoire

Site Web : www.uoguelph.ca/labserv/

Pesticides et microcontaminants

C.P. 3650, 95, chemin Stone Ouest,
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél. : 519-767-6200

Clinique de diagnostic phytosanitaire

Tél. : 519-767-6256

ANNEXE E. Service de diagnostic

Les échantillons destinés au diagnostic de maladies, à l'identification d'insectes ou de mauvaises herbes ou au dépistage de nématodes ou du champignon *Verticillium* peuvent être expédiés à :

Clinique de diagnostic phytosanitaire

Division des services de laboratoire
Université de Guelph
95, chemin Stone Ouest
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél. : 519-767-6256
Téléc. : 519-767-6240
Courriel : pdcc@lsd.uoguelph.ca

Le paiement doit être joint aux échantillons envoyés au laboratoire. On peut se procurer les formulaires de demande d'analyse sur le site suivant : www.uoguelph.ca/pdc.

Grille des tarifs

Pour connaître la grille des tarifs, consulter le site www.uoguelph.ca/pdc ou téléphoner à la Clinique de diagnostic phytosanitaire.

Comment prélever les échantillons destinés au dépistage de nématodes

Sol

Quand prélever les échantillons

Les échantillons de sol et de racines peuvent être prélevés en tout temps, lorsque le sol n'est pas gelé. En Ontario, les niveaux de population des nématodes dans le sol sont généralement le plus élevés en mai et en juin, puis, de nouveau, en septembre et en octobre.

Comment prélever les échantillons

Prélever les échantillons à l'aide d'un tube de prélèvement, d'un transplantoir ou d'une pelle à lame étroite. Prélever les échantillons de sol à une profondeur de 20 à 25 cm (8–10 po). Si le sol est nu, enlever les deux premiers centimètres (1 po) de terre avant de prélever les échantillons. Un échantillon doit réunir au moins 10 sous-échantillons qu'on mélange et dont on ne conserve que 0,5 à 1 L (1 chopine à 1 pinte). Aucun échantillon ne doit représenter plus de 2,5 ha (6,25 acres). Les sous-échantillons devraient être mélangés dans un seau propre ou un sac de plastique.

Où prélever les échantillons

Si la zone à échantillonner contient des plantes cultivées vivantes, faire les prélèvements dans le rang au niveau de la zone des poils absorbants (pour les arbres, à la périphérie du feuillage).

Nombre de sous-échantillons

Selon la superficie totale échantillonnée :

500 m ² (5 400 pi ²)	10 sous-échantillons
500 m ² –0,5 ha (5 400 pi ² –1,25 acre)	25 sous-échantillons
0,5 ha–2,5 ha (1,25–6,25 acres)	50 sous-échantillons

Racines

Dans le cas de petites plantes, prendre tout le système racinaire plus la terre qui y adhère. Dans le cas de grosses plantes, prélever 10 à 20 g (1/2 à 1 oz) de racines, en poids frais, dans la zone des poils absorbants.

Zones atteintes

Prélever les échantillons de sol et de racines en périphérie de la zone atteinte, là où les plants sont encore vivants. Dans la mesure du possible, prélever aussi dans le même champ des échantillons provenant de zones saines. Soumettre si possible des échantillons de racines et de sol provenant à la fois des zones atteintes et des zones saines dans le même champ.

Manipulation des échantillons

Échantillons de sol

Les placer dans des sacs de plastique dès que possible après le prélèvement.

Échantillons de racines

Les placer dans des sacs de plastique et les recouvrir de terre humide prélevée au même endroit.

Entreposage

Entreposer les échantillons à des températures de 5 à 10 °C (40 à 50 °F). Ne pas les exposer aux rayons du soleil ou à des températures extrêmement chaudes ou froides (congélation). *Seuls les nématodes vivants peuvent être comptés. La numération ne sera précise que dans la mesure où les échantillons auront été manipulés avec soin.*

Plante présentée pour diagnostic de maladie ou identification

Formulaires de demande

On peut se procurer les formulaires de demande auprès d'un bureau du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. Prendre soin de bien remplir chacune des sections du formulaire. Dans l'espace prévu, dessiner les symptômes les plus évidents et la forme que prend la zone atteinte dans le champ. Il est important d'indiquer les cultures qui ont occupé cette zone pendant les trois dernières années et les pesticides qui ont été employés au cours de l'année.

Choisir un échantillon complet et représentatif des premiers symptômes. Présenter un échantillon aussi complet que possible de la plante, y compris le système racinaire, ou plusieurs plants montrant une gamme de symptômes. Si les symptômes se trouvent partcut, prélever l'échantillon dans une zone où les dommages sont intermédiaires. Les matières complètement mortes sont habituellement inutiles à des fins de diagnostic.

Les spécimens de plantes présentés à des fins d'identification devraient consister en une portion d'au moins 20 à 25 cm de la partie supérieure de la tige, y compris des bourgeons latéraux, des feuilles, des fleurs ou des fruits dans un état qui permet de les identifier. Envelopper les plants dans du papier journal et les mettre dans un sac de plastique. Il faut placer le système racinaire dans un sac de plastique séparé, bien attaché, pour éviter le dessèchement et la contamination des feuilles par le sol. Ne pas ajouter d'eau, de façon à ne pas encourager la décomposition durant le transport. Coussiner les spécimens et les emballer dans une boîte rigide pour éviter les dommages durant le transport. Éviter de laisser des spécimens exposés à des températures extrêmes dans un véhicule ou dans un endroit où ils pourraient se détériorer.

Envoi des échantillons

Expédier les échantillons le plus tôt possible en début de semaine, par courrier de première classe ou par messagerie à la Clinique de diagnostic phytosanitaire.

Spécimens d'insectes présentés pour identification

Prélèvement des échantillons

Placer les cadavres d'insectes à corps dur dans des flacons ou des boîtes en prenant soin de les envelopper dans de l'essuie-tout ou de la ouate. Dans le cas d'insectes à corps mou et de chenilles, les placer dans des flacons contenant de l'alcool. Ne pas utiliser d'eau, car elle risquerait de faire pourrir le spécimen. Pour l'expédition, il ne faut pas fixer les insectes sur du papier au moyen de ruban gommé ni les laisser libres dans une enveloppe.

Placer les insectes vivants dans un contenant renfermant suffisamment de végétaux pour les nourrir pendant le transport. Ne pas oublier d'inscrire la mention « vivant » sur le contenant.



Laboratoire de diagnostic phytosanitaire

Division des Services de Laboratoire
B.P. 3650, 95 rue Stone ouest
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél: (519) 767-6256 Fax: (519) 767-6240

Usage interne seulement
Form: PDC-001f (00/02/04)

Échantillon: PDC _____

Reçu le: _____

☐ Poste ☐ Messagerie ☐ En personne

Montant reçu: _____

☐ Chèque ☐ Comptant ☐ VISA ☐ MC

Information supplémentaire ☐

Formulaire de soumission d'échantillon

Services requis: Dénombrement de nematodes: ☐ du sol; ☐ des racines ☐ Nématode à kystes du soya
☐ Diagnostic ☐ Identification d'insecte ☐ Identification de plante ☐ Dénombrement de Verticillium du sol

Nom du requérant			Nom du producteur (si différent du requérant)		
Nom de l'entreprise ou organisme			Nom de l'entreprise ou organisme		
Adresse			Adresse		
Ville	Province	Code postal	Ville	Province	Code postal
Téléphone	Fac-similé		Téléphone	Fac-similé	
Courriel			Courriel		

Transmettre le rapport au: ☐ Requérant ☐ Producteur (à moins d'avis contraire, le rapport ne sera remis qu'au requérant)

Plante ou culture attaquée:		# D'identification:	Cultivar/Variété:
		Provenance (i.e. serre, champ, verger, jardin, etc.):	
Superficie en culture:	% de plants affectés:	Apparition des symptômes: <input type="checkbox"/> Jours <input type="checkbox"/> Semaines <input type="checkbox"/> Mois <input type="checkbox"/> Années	Niveau de dommage: <input type="checkbox"/> Sévère <input type="checkbox"/> Modéré <input type="checkbox"/> Léger
Histoire des cultures:		Culture à venir:	

Décrire le problème en détails (i.e. symptômes, organes affectés, localisation du problème):

Pesticides et herbicides utilisés, s.v.p. spécifier le nom des produits et les dates d'application:

Commentaires et autres requêtes:

Unités métriques

Unités de longueur

10 millimètres (mm)	=	1 centimètre (cm)
100 centimètres (cm)	=	1 mètre (m)
1 000 mètres	=	1 kilomètre (km)

Unités de surface

100 m x 100 m	=	10 000 m ²	=	1 hectare (ha)
100 ha	=	1 kilomètre carré (km ²)		

Unités de volume

Solides

1 000 millimètres cubes (mm ³)	=	1 centimètre cube (cm ³)
1 000 000 cm ³	=	1 mètre cube (m ³)

Liquides

1 000 millilitres (mL)	=	1 litre (L)
100 L	=	1 hectolitre (hL)

Équivalences poids-volume (pour l'eau)

(1,00 kg) 1 000 grammes	=	1 litre (1,00 L)
(0,50 kg) 500 g	=	500 mL (0,50 L)
(0,10 kg) 100 g	=	100 mL (0,10 L)
(0,01 kg) 10 g	=	10 mL (0,01 L)
(0,001 kg) 1 g	=	1 mL (0,001 L)

Unités de poids

1 000 milligrammes (mg)	=	1 gramme (g)
1 000 g	=	1 kilogramme (kg)
1 000 kg	=	1 tonne (t)
1 mg/kg	=	1 partie par million (ppm)

Équivalences solides-liquides

1 cm ³	=	1 mL
1 m ³	=	1 000 L

Conversions métriques

5 mL	=	1 cuil. à thé
15 mL	=	1 cuil. à soupe
28,5 mL	=	1 once liquide

Conversion des taux d'application

Du métrique à l'impérial (approximations)

litres à l'hectare	× 0,09	=	gallons à l'acre
litres à l'hectare	× 0,36	=	pintes à l'acre
litres à l'hectare	× 0,71	=	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare	× 0,015	=	onces liquides à l'acre
grammes à l'hectare	× 0,015	=	onces à l'acre
kilogrammes à l'hectare	× 0,89	=	livres à l'acre
tonnes à l'hectare	× 0,45	=	tonnes impériales à l'acre

De l'impérial au métrique (approximations)

gallons à l'acre	× 11,23	=	litres à l'hectare (L/ha)
pintes à l'acre	× 2,8	=	litres à l'hectare (L/ha)
chopines à l'acre	× 1,4	=	litres à l'hectare (L/ha)
onces liquides à l'acre	× 70	=	millilitres à l'hectare (mL/ha)
tonnes à l'acre	× 2,24	=	tonnes à l'hectare (t/ha)
livres à l'acre	× 1,12	=	kilogrammes à l'hectare (kg/ha)
onces à l'acre	× 70	=	grammes à l'hectare (g/ha)

Équivalences liquides (approximations)

litres/hectare	gallons (approx.)/acre
50 L/ha	= 5 gal/ac
100 L/ha	= 10 gal/ac
150 L/ha	= 15 gal/ac
200 L/ha	= 20 gal/ac
250 L/ha	= 25 gal/ac
300 L/ha	= 30 gal/ac

Équivalences de poids

g ou kg/ha	oz ou lb/acre
100 grammes	= 1 1/2 once
200 grammes	= 3 onces
300 grammes	= 4 1/4 onces
500 grammes	= 7 onces
700 grammes	= 10 onces
1,10 kilogramme	= 1 livre
1,50 kilogramme	= 1 1/4 livre
2,00 kilogrammes	= 1 3/4 livre
2,50 kilogrammes	= 2 1/4 livres
3,25 kilogrammes	= 3 livres
4,00 kilogrammes	= 3 1/2 livres
5,00 kilogrammes	= 4 1/2 livres
6,00 kilogrammes	= 5 1/4 livres
7,50 kilogrammes	= 6 3/4 livres
9,00 kilogrammes	= 8 livres
11,00 kilogrammes	= 10 livres
13,00 kilogrammes	= 11 1/2 livres
15,00 kilogrammes	= 13 1/2 livres

Table de conversion — Du métrique à l'impérial

Longueur

1 millimètre (mm)	= 0,04 pouce
1 centimètre (cm)	= 0,40 pouce
1 mètre (m)	= 39,40 pouces
1 mètre (m)	= 3,28 pieds
1 mètre (m)	= 1,09 verge
1 kilomètre (km)	= 0,62 mille

Surface

1 centimètre carré (cm²)	= 0,16 pouce carré
1 mètre carré (m²)	= 10,77 pieds carrés
1 mètre carré (m²)	= 1,20 verge carrée
1 kilomètre carré (km²)	= 0,39 mille carré
1 hectare (ha)	= 107 636 pieds carrés
1 hectare (ha)	= 2,5 acres

Volume (solides)

1 centimètre cube (cm³)	= 0,061 pouce cube
1 mètre cube (m³)	= 1,31 verge cube
1 mètre cube (m³)	= 35,31 pieds cubes
1 000 mètres cubes (m³)	= 0,81 acre-pied
1 hectolitre (hL)	= 2,8 boisseaux

Volume (liquides)

1 millilitre (mL)	= 0,035 once liquide
1 litre (L)	= 1,76 chopine
1 litre (L)	= 0,88 pinte
1 litre (L)	= 0,22 gallon (imp.)
1 litre (L)	= 0,26 gallon (U.S.)

Poids

1 gramme (g)	= 0,035 once
1 kilogramme (kg)	= 2,21 livres
1 tonne (t)	= 1,10 tonne courte (ou tonne impériale)
1 tonne (t)	= 2 205 livres

Pression

1 kilopascal (kPa)	= 0,15 livre/pouce carré
--------------------	--------------------------

Vitesse

1 mètre par seconde	= 3,28 pieds à la seconde
1 mètre par seconde	= 2,24 milles à l'heure
1 kilomètre par heure	= 0,62 mille à l'heure

Température

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 9/5) + 32$$

Table de conversion — De l'impérial au métrique

Longueur

1 pouce	= 2,54 cm
1 pied	= 0,30 m
1 verge	= 0,91 m
1 mille	= 1,61 km

Surface

1 pied carré	= 0,09 m²
1 verge carrée	= 0,84 m²
1 acre	= 0,40 ha

Volume (solides)

1 verge cube	= 0,76 m³
1 boisseau	= 36,37 L

Volume (liquide)

1 once liquide (imp.)	= 28,41 mL
1 chopine (imp.)	= 0,57 L
1 gallon (imp.)	= 4,55 L
1 gallon (U.S.)	= 3,79 L

Poids

1 once	= 28,35 g
1 livre	= 453,6 g
1 tonne imp.	= 0,91 tonne (métrique)

Pression

1 livre au pouce carré	= 6,90 kPa
------------------------	------------

Température

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9$$

Facteur de conversion au système métrique

litre/hectare × 0,4	= litre/acre
kilogramme/hectare × 0,4	= kilogramme/acre

Abréviations

% = pour cent (en poids)	F = pâte fluide	m.a. = matière active
AP = poudre à usage agricole	g = gramme	mL = millilitre
cm = centimètre	Gr = granulé, granulaire	mm = millimètre
cm ² = centimètre carré	ha = hectare	m/s = mètres à la seconde
DG = granulés dispersibles	kg = kilogramme	SC = concentré à pulvériser
DF = produit pulvérulent	km/h = kilomètres à l'heure	SP = poudre soluble
DP = poudre dispersible	kPa = kilopascal	t = tonne (métrique)
E = émulsifiable	L = litre	W = poudre (mouillable)
p. ex. = par exemple	m = mètre	WDG = granulés dispersibles dans l'eau
EC = concentré émulsifiable	m ² = mètre carré	WP = poudre mouillable

Notes

Notes

Mesures d'urgence et premiers soins en cas d'empoisonnement par un pesticide

Si un pesticide fait l'objet d'un déversement important, d'un vol ou d'un incendie, le signaler au ministère de l'Environnement au **1 800 268-6060**.

En cas d'empoisonnement par un pesticide ou de blessures causées par un pesticide, appeler le **Centre antipoisons** :

Toronto	1-800-268-9017
Ottawa (service bilingue)	1-800-267-1373
Malentendants (téléimprimeur)	1-877-750-2233

PRÉVENTION DES ACCIDENTS

- **Lire l'étiquette.** Prendre toutes les précautions recommandées sur l'étiquette. Lire les consignes de premiers soins sur l'étiquette **AVANT** de manipuler le pesticide.
- **Mettre quelqu'un au courant** des produits qu'on s'appête à employer et de l'endroit où l'on se trouvera.
- **Garder en dossier les étiquettes et fiches signalétiques des produits employés.** S'assurer que tout le monde sait où trouver ce dossier en cas d'urgence.
- **Afficher les numéros d'urgence près de tous les téléphones.**
- **Garder à portée de la main de l'eau claire, des essuie-tout, des gants de rechange et des survêtements propres** pour le cas où l'on répandrait du produit sur soi.

Si l'on croit qu'une personne ayant manipulé un pesticide présente des symptômes d'empoisonnement ou des blessures causés par ce pesticide, intervenir immédiatement.

MESURES À PRENDRE EN CAS D'ACCIDENT OU D'EMPOISONNEMENT

- En premier lieu, se protéger soi-même.
- Soustraire la victime à l'exposition au pesticide en la déplaçant hors des lieux contaminés.
- Réunir les 4 données essentielles : nom du produit, quantité, voie d'entrée et durée d'exposition.
- Appeler l'ambulance ou le Centre antipoisons.
- Commencer à donner les premiers soins en sachant que ceux-ci ne sauraient remplacer des soins médicaux.
- **Fournir sur place au personnel affecté aux urgences ou apporter avec soi à l'hôpital l'étiquette, la fiche signalétique ou le contenant.** Ne pas transporter de contenants de pesticide dans la cabine du véhicule réservée aux passagers.

PREMIERS SOINS

Si un pesticide entre en contact avec la peau :

- enlever tous les vêtements contaminés; laver la peau à fond à l'eau tiède, avec beaucoup d'eau et de savon;
- bien assécher la peau et la recouvrir de vêtements ou d'autres tissus propres.

Si un pesticide entre en contact avec les yeux :

- maintenir les paupières écartées et laver les yeux à l'eau claire sous le robinet pendant au moins 15 minutes.

Si un pesticide a été inhalé :

- déplacer la victime à l'air frais et desserrer ses vêtements;
- administrer la respiration artificielle si la personne a cessé de respirer.

Prendre garde de ne pas respirer l'air expiré par la victime, sous peine de s'empoisonner à son tour.

Si un pesticide a été ingéré :

- appeler **IMMÉDIATEMENT** le Centre antipoisons.

Les numéros de téléphone d'urgence figurent au début de chaque annuaire de téléphone Bell.

Pour de l'information, ou pour obtenir des exemplaires de cette publication ou de toute autre publication du ministère, on peut :

composer le 1-888-466-2372 de n'importe où en Ontario, le 519-826-3700 de l'extérieur de la province, ou le 519-826-7402 pour des services adaptés aux malentendants (téléimprimeur); envoyer une demande par courriel à products@omafra.gov.on.ca; ou visiter le site Web du MAAARO à www.omafra.gov.on.ca.

La liste complète de tous les produits et services du MAAARO ainsi que les formulaires de commande nécessaires se trouvent sur le site Web. Les demandes sont aussi acceptées par télécopieur au 519-826-3633 ou par la poste à ServiceOntario, 1 ch. Stone Ouest, Guelph (Ontario) N1G 4Y2.

Publié par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario

© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2006
Toronto, Canada

ISSN 1492-6520

RV 06-06-0,5M



www.omafr.gov.on.ca

